

**DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN QUE MEJORE LOS  
FLUJOS DE MATERIALES E INFORMACIÓN EN LOS PROCESOS  
LOGÍSTICOS DE ALMACENAMIENTO Y DESPACHO DE UNA EMPRESA DEL  
SECTOR SALUD**

**JOSE LUIS RAMÍREZ TORRES  
CLAUDIO CESAR LÓPEZ DUQUE**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES Y SISTEMAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTIAGO DE CALI**

**2014**

**DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN QUE MEJORE LOS  
FLUJOS DE MATERIALES E INFORMACIÓN EN LOS PROCESOS  
LOGÍSTICOS DE ALMACENAMIENTO Y DESPACHO DE UNA EMPRESA DEL  
SECTOR SALUD**

**JOSE LUIS RAMÍREZ TORRES  
CLAUDIO CESAR LÓPEZ DUQUE**

**Proyecto de grado para optar por el título de Ingeniero industrial**

**Directora  
Ing. GLORIA MERCEDES LÓPEZ PhD**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES Y SISTEMAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTIAGO DE CALI  
2014**

**Nota de aceptación:**

**Aprobado por el comité de grado  
en cumplimiento de los requisitos  
exigidos por la universidad  
Autónoma de occidente para optar  
al título de Ingeniero Industrial**

**MARITZA CORREA**

---

**Jurado**

**MÓNICA SARRIA**

---

**Jurado**

**Santiago de Cali, 6 de Agosto de 2014**

## **AGRADECIMIENTOS**

Especial agradecimiento a la profesora Gloria Mercedes López, directora del proyecto por su aporte profesional, paciencia y disposición.

A los jurados y profesoras Maritza Correa y Mónica Sarria por sus aportes para culminar el proyecto.

A mi compañero de trabajo Jose Luis Ramírez por el compromiso y dedicación.

A mis padres Hilda Duque y Albeiro López por brindarme su apoyo incondicional en esta etapa tan importante de mi vida.

A mis hermanos por sus consejos y apoyo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la profesora Gloria Mercedes López por acompañarnos en este proceso, compartiendo su conocimiento y paciencia.

Al profesor Francisco Muñoz por sus aportes en la construcción del modelo.

A mi compañero Claudio Cesar López Duque por su esfuerzo y entrega.

A mis padres Justo Ramírez Y Miriam Torres por el apoyo a lo largo de este proceso.

A mi hermanita por su compañía.

## CONTENIDO

	pág.
<b>GLOSARIO</b>	<b>12</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>13</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>14</b>
<b>1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>16</b>
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	17
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>18</b>
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>19</b>
3.1 OBJETIVO GENERAL	19
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
<b>4. MARCO DE REFERENCIA</b>	<b>20</b>
4.1 MARCO CONCEPTUAL	20
4.1.1. Cadena de suministro	20
4.1.2. Logística	22
4.1.3. Los procesos de almacén	25
4.1.4. Tipos de almacén	26
4.1.5. Gestión de almacenes	26
4.1.6. Sistemas de información	27
4.1.7. Tecnologías de la información y la comunicación	28
4.1.8. Tendencias tecnológicas	29
4.1.9. Metodología IDEF0	31
4.1.10. Simulación	32
4.1.11. ProModel	33
4.1.12. Metodología para la evaluación de procesos	34
4.1.13. Sector salud en Colombia	34
4.1.14. Normatividad	35
<b>5. METODOLOGÍA</b>	<b>38</b>
5.1 ETAPA 1	38

5.2	ETAPA 2	39
5.3	ETAPA 3	39
6.	ESTADO DEL ARTE	41
6.1	ENFOQUE EN GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO	41
6.2	ENFOQUE EN PROCESOS DE LA GESTIÓN DE ALMACENES	44
6.3	ENFOQUE EN MODELOS MATEMÁTICOS	53
6.4	ENFOQUE EN MODELOS DE SIMULACIÓN	55
6.5	METODOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	60
7.	DIAGNÓSTICO	63
7.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	65
7.2	DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS LOGÍSTICOS ACTUALES	66
7.2.1	Compras	66
7.2.2	Almacenamiento	66
7.2.3	Despacho	67
7.3	REPRESENTACIÓN DE LOS PROCESOS LOGÍSTICOS DE ALMACENAMIENTO Y DESPACHO MEDIANTE LA METODOLOGÍA IDEF0	70
7.3.1	Descomposición de primer nivel	70
7.3.2	Nivel de descomposición de compras (A1)	75
7.3.3	Nivel de descomposición de almacenamiento (A2)	81
7.3.4	Nivel de descomposición de despacho (A3)	83
7.4	CAPACIDAD OPERATIVA	85
7.4.1	Capacidad de almacenamiento	86
7.4.2	Capacidad operativa del auxiliar de bodega	87
8	MODELO DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA	92
8.1	CONSTRUCCIÓN DEL MODELO	92
8.1.1	Localizaciones	92
8.1.2	Entidades	93
8.1.3	Recurso	96
8.1.4	Atributos	96
8.1.5	Variables	96
8.1.6	Proceso	96
8.2	RESULTADOS DEL MODELO DE SIMULACIÓN EN EL ESTADO ACTUAL	100

8.2.1	Pedidos del cliente	100
8.2.2	Mercancía	100
9.	PROPUESTA DE MEJORA	103
9.1	ALMACENAMIENTO	103
9.1.1	Justificación propuesta de traslado de bodega	104
9.1.2	Descripción de la propuesta	105
9.1.3	Costos de infraestructura	105
9.2	OPERATIVIDAD	106
9.3	MODELO DE SIMULACIÓN (PROPUESTA DE MEJORA)	107
9.4	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA	109
9.4.1	Auxiliar de bodega	109
9.4.2	Entidades	109
9.5	COMPARACIÓN DE COSTOS	110
9.5.1	Arriendo	110
9.5.2	Transporte de mercancía	110
9.5.3	Auxiliar de logística	110
9.5.4	Servicios públicos	111
10.	CONCLUSIONES	112
	RECOMENDACIONES	115
	BIBLIOGRAFÍA	116
	ANEXOS	125



## LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Definiciones de logística	22
Cuadro 2. Procesos en la gestión de almacenes	27
Cuadro 3. Definiciones de TIC	28
Cuadro 4. Gestión de almacenes, perspectivas teóricas	62
Cuadro 5. Herramientas utilizadas para un diagnóstico	63
Cuadro 6. Prototipo de documento diagnóstico	64
Cuadro 7. Definición y clasificación de los elementos ICOM	73
Cuadro 8. Área y número de estibas de cada bodega	86
Cuadro 9. Área ocupada y disponible	87
Cuadro 10. Descripción del cargo del auxiliar logístico de almacenamiento y despacho	88
Cuadro 11. Actividades de mayor frecuencia	89
Cuadro 12. Descripción de las localizaciones usadas en el modelo	93
Cuadro 13. Familias de productos del modelo	94
Cuadro 14. Probabilidades de llegada de pedidos por conjunto de familias	94
Cuadro 15. Probabilidades de llegada de pedidos por valor de factura	95
Cuadro 16. Probabilidades de llegada de mercancíaB por familia	96
Cuadro 17. Probabilidades de llegada de mercancía por valor de factura	96
Cuadro 18. Descripción de los procesos simulados en el modelo	97
Cuadro 19. Tiempo de atención por tipo de mercancía y valor de factura	98
Cuadro 20. Tiempo de atención por tipo de pedido y valor de factura	99
Cuadro 21. Variación de los tiempos asociados a los pedidos en el estado actual	100
Cuadro 22. Variación de los tiempos asociados a la mercancía A y B en el estado actual	101
Cuadro 23. Utilización del auxiliar de bodega en el estado actual	101
Cuadro 24. Cálculo de área (propuesta)	104
Cuadro 25. Descripción de costos de infraestructura	105
Cuadro 26. Tiempo de atención por tipo de pedido y valor de factura. (Propuesta)	108

<b>Cuadro 27. Comparativo entre modelo actual y la propuesta de mejora para el auxiliar logístico de almacenamiento y despacho</b>	<b>109</b>
<b>Cuadro 28. Comparativo de las entidades del sistema</b>	<b>110</b>
<b>Cuadro 29. Comparación costos estado actual y futuro a partir de la propuesta</b>	<b>111</b>
<b>Cuadro 30. Meses aproximados de recuperación de la inversión</b>	<b>111</b>

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
<b>Figura 1. Esquema general de la cadena de suministros</b>	<b>21</b>
<b>Figura 2. Elementos clave en la gestión de logística</b>	<b>24</b>
<b>Figura 3. Mapa de las TIC en la gestión de almacenes</b>	<b>30</b>
<b>Figura 4. Diagrama de funcionamiento IDEF0</b>	<b>31</b>
<b>Figura 5. Descomposición general de un modelo IDEF0</b>	<b>32</b>
<b>Figura 6. Gráfico Evolución del gasto per cápita en Colombia</b>	<b>35</b>
<b>Figura 7. Diagrama de flujo de operaciones logísticas</b>	<b>69</b>
<b>Figura 8. Diagrama general del proceso de abastecimiento de la empresa</b>	<b>70</b>
<b>Figura 9. Descomposición del proceso de compras, almacenamiento y despacho</b>	<b>72</b>
<b>Figura 10. Descomposición del proceso de compras</b>	<b>76</b>
<b>Figura 11. Descomposición del proceso de compras nacionales</b>	<b>78</b>
<b>Figura 12. Descomposición del proceso de compras internacionales</b>	<b>80</b>
<b>Figura 13. Descomposición del proceso de almacenamiento</b>	<b>82</b>
<b>Figura 14. Descomposición del proceso de despacho</b>	<b>84</b>
<b>Figura 15. Plano de la empresa</b>	<b>85</b>
<b>Figura 16. Distribución del modelo de simulación</b>	<b>92</b>
<b>Figura 17. Manejo de estibas en las bodegas</b>	<b>106</b>

## GLOSARIO

**MAPEO DE PROCESOS:** es una forma fácil de entender los procesos mediante el diseño de un mapa, que represente la situación particular o propia de la organización y donde primordialmente se identifiquen las interrelaciones de las actividades.

**IDEF0:** Corresponde a una familia de lenguajes de modelado desarrollado inicialmente para el campo de la ingeniería de software, utilizado para modelar las decisiones, acciones y actividades de organización de sistemas.

**LAYOUT:** Hace referencia a la distribución de planta que presenta una organización. En el tema de almacenamiento es la forma como están organizados los elementos dentro de un almacén.

**LOGÍSTICA:** Son una serie de herramientas que se utilizan para planear, coordinar y administrar los flujos de información, materiales y recursos desde el punto de origen hasta el punto de consumo final en tiempo y lugar en donde el cliente lo requiera

**SIMULACIÓN:** La simulación es herramienta que se utiliza para representar un proceso mediante un modelo que semeja el comportamiento del sistema en un entorno real, y permite realizar experimentos que ayudan a la toma de decisiones con base en datos estadísticos arrojados por el sistema de análisis.

## RESUMEN

En los últimos años Colombia ha logrado avances significativos en el sector salud especialmente en término de cobertura. Desde el 2011 el gobierno ha venido implementando planes de desarrollo con inversiones de más de USD\$4 mil millones para asegurar los niveles de calidad y mantener la capacidad de atención. Esto significa que la demanda de insumos médicos se ha incrementado en el país, lo que ha abierto las puertas a las comercializadoras y productoras de este sector<sup>1</sup>.

Es por ello, que cumplir con los requerimientos del cliente expresados en tiempo, calidad y lugar es una exigencia competitiva de las organizaciones, que garantiza su sostenimiento en el mercado y permite posibilidades de crecimiento. Este estudio partió de un análisis situacional de los procesos de almacenamiento y despacho de una empresa del sector salud, a través de técnicas de mapeo y, estudio de métodos y tiempos. Se logró identificar los problemas que afectan los procesos logísticos, e igualmente se formularon alternativas de solución, validadas en un modelo de simulación. Esta monografía propone una metodología de almacenamiento y despacho para organizaciones del sector salud.

**Palabras clave:** Almacenamiento, despacho, logística, simulación, sector salud.

---

<sup>1</sup> OFICINA COMERCIAL DE PROCHILE. Estudio de mercado insumos médicos: reactivos de diagnóstico en Colombia. Bogotá, Colombia. 2011

## INTRODUCCIÓN

Colombia no es un país ajeno a los estándares de calidad en el manejo de insumos médicos, para ello maneja una serie de regulaciones a cumplir. Día a día el sector farmacéutico y diagnóstico ofrece grandes oportunidades de mercado, es por ello que el número de organizaciones dedicadas principalmente a la comercialización de insumos, reactivos y equipos médicos va en aumento, lo que obliga de alguna manera a las empresas ya establecidas o nuevas a mantener altos estándares de calidad, enfocados siempre en cumplir con los requerimientos de los clientes.

Esta monografía describe el caso de una empresa dedicada a la distribución de insumos para el área de la salud, como reactivos, dispositivos y equipos médicos. Fue fundada en marzo de 1997, inicialmente los objetivos se basaban en crear proyectos de Biotecnología. Pero con el paso de los días y la experiencia recogida crearon una nueva unidad de negocio, como respuesta a un mercado cada vez más exigente en la industria diagnóstica en el país; la empresa usó como estrategia los conocimientos del sector salud, para identificar las necesidades propias de los laboratorios clínicos, hospitales, IPS, clínicas y centros de investigación, para lograr responder a todos los requerimientos de suministros e insumos para la toma y procesamiento de muestras, y procedimientos médicos entre otros.

La empresa es de tipo comercial donde se importa, almacena y distribuye la mercancía. Actualmente cuenta con 3 bodegas en la sede principal y dos más en un lugar alterno. La compañía en el manejo de los materiales de diagnóstico médico es regida por las normas del instituto nacional de vigilancia de medicamentos y alimentos INVIMA, por lo cual, debe cumplir estrictamente con una serie de requerimientos para el funcionamiento. La organización se encuentra en un proceso de crecimiento, pero sólo cuenta con un solo operario encargado de los procesos logísticos de almacenamiento y despacho de mercancías, además de espacios reducidos para el manejo de los inventarios, por lo tanto se presentan problemas a la hora de i) definir una correcta distribución del almacén que permita el flujo correcto de los materiales, ii) contar con métodos de trabajo estructurados que permitan optimizar el tiempo de trabajo, iii) tener condiciones físicas de temperatura apropiadas, iv) ubicar los productos de forma adecuada, y v) contar con una estandarización de los procesos de almacenamiento y despacho.

El cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos de este proyecto permitió diseñar una metodología de evaluación para mejorar los procesos logísticos de almacenamiento y despacho de una empresa del sector salud, apoyada en una revisión literaria sobre temas nacionales e internacionales asociados a estas operaciones. Se determinó un paso a paso a seguir para diagnosticar, evaluar y proponer alternativas de mejora en dichos procesos claves para el funcionamiento del almacén, así mismo se identificaron las herramientas utilizadas con mayor frecuencia en la elaboración de un diagnóstico que permita reconocer el estado actual de la empresa e identificar las falencias a trabajar.

Este documento contiene un diagnóstico de la situación actual de los procesos logísticos de almacenamiento y despacho de la empresa objetivo, documentados con herramientas gráficas de diagramas y mapeo, identificación de los principales problemas que afectan el buen funcionamiento de las operaciones, alternativas de solución, y un modelo de simulación en ProModel que validó la información obtenida. Este paso a paso tiene como finalidad, diseñar una metodología de evaluación que mejore los flujos de materiales e información en los procesos logísticos de almacenamiento y despacho de una empresa del sector salud dedicada a la manutención de reactivos, equipos y dispositivos médicos.

## **1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La industria de los fármacos es un gran generador de empleos, y mueve millones de dólares en el mundo, es por esto que los controles que se llevan a cabo son muy exhaustivos<sup>2</sup>. No sólo se trata de contar con sistemas de control de calidad de producto terminado, sino también, con un sistema logístico de almacenamiento y despacho de acuerdo a las condiciones que exige el mercado internacional, mismo que debe proporcionar seguridad a la mercancía, ya sea que se encuentre en movimiento, o almacenada. Dado que los productos manejados en este tipo de industria suelen ser de alto valor, es necesario que los operadores logísticos o las mismas empresas, reconozcan y vinculen en su sistema adecuaciones de las mejores prácticas de almacenamiento y despachos, existentes en el mundo.

Otro elemento a tener en cuenta es la normalización y adecuación de las condiciones de manutención de los reactivos y los equipos médicos, es importante que el almacén cuente con características físicas estrictas para su preservación. La distribución del almacén, también debe permitir que las operaciones de recepción de productos, almacenamiento, búsqueda y despacho se lleven a cabo sin inconvenientes. De acuerdo con Navarro<sup>3</sup>, entre los problemas más usuales que presentan los almacenes, está la incorrecta distribución física, lo cual impide que la filosofía de flujo de inventarios se lleve a cabo.

La empresa objetivo de este proyecto se encuentra en proceso de crecimiento, en ésta se manejan inventarios de reactivos, dispositivos y de equipos médicos, por lo cual presenta problemas a la hora de i) definir una correcta distribución de almacén con el flujo de los materiales, ii) contar con métodos de trabajo estructurados que permitan la optimización, iii) tener condiciones físicas de temperatura apropiadas, iv) ubicar los productos de forma adecuada, y v) contar con una estandarización de los procesos de almacenamiento y despacho.

---

<sup>2</sup>Logística farmacéutica: una industria con buena salud [en línea]. [Consultado 11 de Julio de 2013]. Disponible en internet : <<http://www.revistadelogistica.com/logistica-farmaceutica-una-industria-con-buena-salud.asp>>

<sup>3</sup> NAVARRO, Eduardo. Problemas y soluciones para la adecuada gestión logística y de almacenes [en línea]. [Consultado 11 de Julio de 2013]. Disponible en internet: <<http://www.gestiopolis.com/canales2/gerencia/1/geslog.htm>>.



## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Por lo anterior, se buscó generar alternativas de mejora a los procesos logísticos de almacenamiento y despacho, a partir del desarrollo de un diagnóstico, que fue evaluado mediante un modelo de simulación. Así mismo, se compararon los costos de las operaciones en el estado actual y el futuro, para llegar a una propuesta que responda a los requerimientos de la empresa.

Teniendo en cuenta el problema planteado, en esta monografía se dio respuesta a la siguiente pregunta: ¿Qué metodología de evaluación permite mejorar los flujos de materiales e información en los procesos logísticos de almacenamiento y despacho de un operador logístico que presta el servicio de almacenamiento y distribución de reactivos, equipos y dispositivos médicos?

## **1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA**

Para dar respuesta a esta pregunta, fue necesario tener en cuenta otros interrogantes complementarios, tales como:

- ¿Cuáles metodologías de evaluación y rediseño de procesos logísticos, permiten generar un diagnóstico de los procesos de almacenamiento y despacho en una empresa distribuidora de reactivos, equipos y dispositivos médicos?
- ¿Qué herramientas permiten generar una visión completa de los procesos de almacenamiento y despacho, de tal manera que sea más sencillo determinar los principales problemas y las variables que los generan?
- ¿Cuál es la relación costo beneficio, de las alternativas de mejora en las operaciones logísticas de almacenamiento y despacho?

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Desde un punto de vista global las empresas se han caracterizado por ser cada día más competitivas, atendiendo las nuevas exigencias de los clientes, las cuales, se expresan en calidad, tiempo y lugar. Por esta razón, las organizaciones colombianas se ven en la necesidad de mejorar y ampliar los procesos logísticos a nivel internacional, con el objetivo de brindar seguridad en el cumplimiento de los requerimientos del cliente, y de esta manera garantizar la permanencia y obtención de mayores beneficios en los mercados. Es por ello que la Logística es un tema de vital importancia para las empresas ya que una de sus finalidades es acortar las distancias existentes entre los consumidores y las organizaciones para satisfacer la demanda en las mejores condiciones de servicio.

En línea con lo anterior, este proyecto propone una metodología de evaluación que mejore el flujo de materiales e información en los procesos logísticos de almacenamiento y despacho de una empresa del sector salud dedicada a la distribución de reactivos, equipos y dispositivos médicos, reduciendo los tiempos muertos y los sobre costos. Con lo anterior se busca mejorar la satisfacción de los requerimientos del cliente y optimizar el uso de los recursos

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar una metodología de evaluación que mejore los flujos de materiales e información en los procesos logísticos de almacenamiento y despacho de una empresa del sector salud.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diagnosticar el estado actual de los procesos logísticos de almacenamiento y despacho, basado en una aproximación teórica al estado del arte de las metodologías de evaluación y rediseño de procesos.
- Modelar y simular el estado actual de los procesos logísticos de almacenamiento y despacho, con la herramienta ProModel.
- Proponer una alternativa funcional y viable desde la perspectiva de costos de operación de los procesos logísticos de almacenamiento y despacho.

## 4. MARCO DE REFERENCIA

### 4.1 MARCO CONCEPTUAL

Teniendo en cuenta los objetivos planteados, se presenta a continuación una serie de conceptos que conforman la base teórica sobre la cual se desarrollará la investigación

**4.1.1. Cadena de suministro.** El término gestión de la cadena de suministro (GCS) se utilizó por primera vez en 1985, y tomó como referencia las técnicas de gestión para reducir inventarios y ayudar a las empresas a acoplar la relación entre proveedores y clientes, con el fin de mejorar la competitividad partiendo desde mayor eficiencia en la utilización de los recursos, con enfoque a cumplir con los requerimientos y exigencias del cliente y el perfeccionamiento de la relación entre los eslabones involucrados<sup>4</sup> (ver figura 1).

Desde el punto de vista de la GCS, esta forma asociaciones estables entre los elementos que conforman un sistema, desde los proveedores de los proveedores hasta los clientes y consumidores finales y para lograr una sincronización entre estas relaciones es necesario tener en cuenta<sup>5</sup>:

- El gerenciamiento estratégico de los costos,
- El desarrollo de competencias o experticias,
- La valoración de los resultados,
- El intercambio de información ágil y confiable y;
- La gestión efectiva del flujo físico de materiales, elemento que fundamenta el proyecto propuesto

Para la gestión de la cadena de suministro se toman en cuenta tres elementos interrelacionados que se deben dominar con el fin de comprender como los procesos logísticos deben ser diseñados y gestionados correctamente.

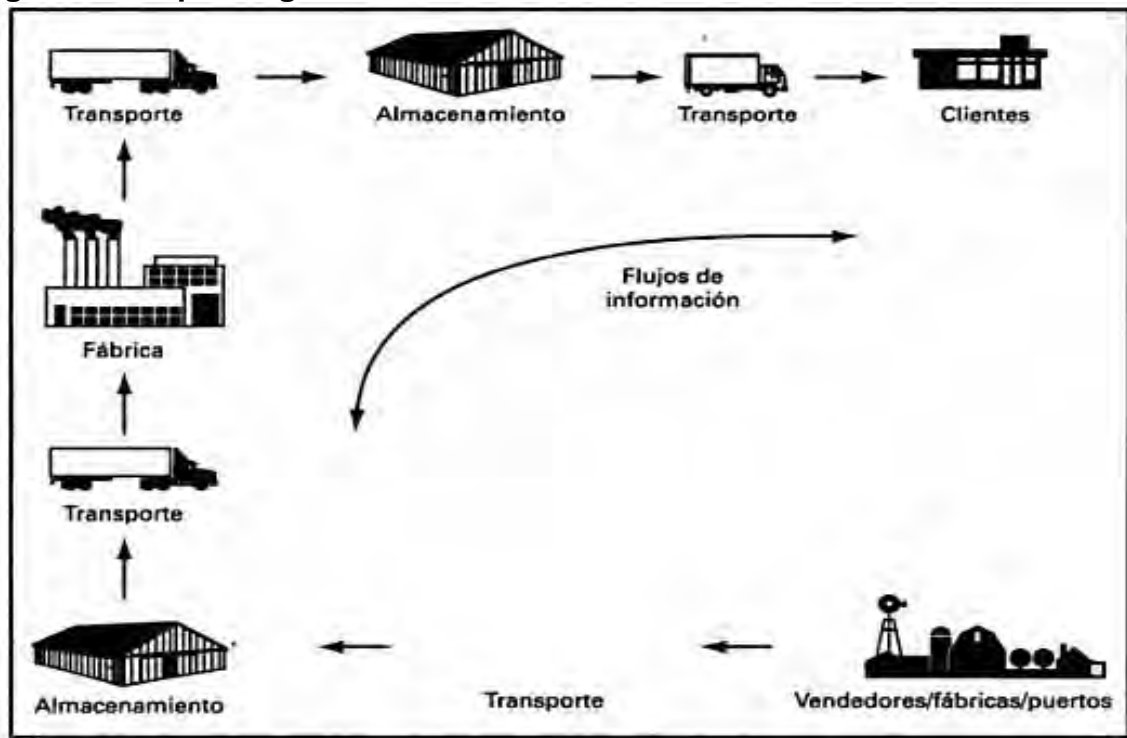
---

<sup>4</sup>HOULIHAN, J.B. International supply chain management. International Journal of Physical Distribution and materials, 1985: 22-38

<sup>5</sup> NAVACTIVA-Portal para las empresas de Navarra. Gestión de cadena de suministro: hacia un nuevo modelo de relaciones con los proveedores. [en línea]. Abril, 2005. [consultado el 16 de abril de 2014]. Disponible en: <[http://www.navactiva.com/es/documentacion/gestion-de-cadena-de-suministro-hacia-un-nuevo-modelo-de-relacio\\_19671](http://www.navactiva.com/es/documentacion/gestion-de-cadena-de-suministro-hacia-un-nuevo-modelo-de-relacio_19671)>

- Conductores (drivers), variables administradoras encargadas de diseñar y manejar cualquier proceso de negocio que se desarrolle en la cadena de suministro.
- Mecanismos de integración, contribuyen a determinar el impacto de los conductores en los procesos clave del negocio
- Mecanismos de coordinación, es la estructura informativa que define cómo se obtiene la información del entorno, cómo se procesa esa información y cómo se distribuye entre los diferentes miembros que participan en el sistema<sup>6</sup>.

**Figura 1. Esquema general de la cadena de suministros**



**FUENTE:** BALLOU, R.H. Logística. Administración de la cadena de suministro. 5 ed. México.: Pearson educación, 2004. 8 p. ISBN: 970-26-0540-7

<sup>6</sup>ROMANO, Pietro. Co-ordination and integration mechanisms to manage logistics processes across supply networks. Journal of Purchasing and supply Management [en línea]. Mayo,2003. [consultado el 16 de abril de 2014]. Disponible en internet:<<http://www.sciencedirect.com/scinece/article/pii/S1478409203000086>>

**4.1.2. Logística.** Es el proceso de diseño, la gestión y la mejora de las cadenas de suministro que incluye todos los elementos desde el proceso de fabricación hasta un consumidor final. La logística gira en torno a crear valor (para accionistas, clientes, proveedores) y se expresa en términos de tiempo y lugar. Un producto tiene valor cuando se encuentra cuando y donde el cliente lo requiera en las condiciones óptimas para el consumo final. Una buena gestión de la logística tiene una visión global de todos los elementos de la cadena de suministro como contribución a crear valor<sup>7</sup>.

**Cuadro 1. Definiciones de logística**

AUTOR	DEFINICIÓN
<b>CLM<sup>8</sup> , (1998)</b>	La logística es la parte del proceso de la CdS que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficiente de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes.
<b>BALLOU<sup>9</sup> (2004)</b>	La logística es un proceso que incluye todas las actividades que tienen impacto en hacer que los bienes y servicios estén disponibles para los clientes cuándo y dónde deseen adquirirlos. La logística es parte del proceso de la CdS, no todo el proceso.
<b>MUÑOZ A<sup>10</sup>. (2007)</b>	La logística abarca todas aquellas actividades relacionadas con el traslado y almacenamiento de productos entre sus puntos de adquisición y sus puntos de destino.
<b>BOWERSOX D., CLOSS D. y COOPER M. B.(2007)<sup>11</sup></b>	La logística se enfoca en la responsabilidad para diseñar y administrar sistemas con el fin de controlar el movimiento y el posicionamiento geográfico de la materia prima, el trabajo en proceso y el inventario terminado al costo total más bajo.
<b>WATERS D<sup>12</sup>. (2007)</b>	La logística es un proceso integrativo que busca optimizar el flujo de productos y suministros a través de su organización y la operación hacia el consumidor.

<sup>7</sup>BALLOU, R.H. Logística. Administración de la cadena de suministro. 5 ed. México.: Pearson educación, 2004. 13 p. ISBN: 970-26-0540-7

<sup>8</sup> Consejo de Dirección Logística, de internet <http://www.clm1.org>

<sup>9</sup> BALLOU, R.H. Ibid., pp. 35

<sup>10</sup> MUÑOZ A. Logística y Turismo. España: Edición Días de Santos. 2007 p. 35

<sup>11</sup> BOWERSOX D., CLOSS D., y COOPER M. B. Administración y logística en la cadena de suministros. Ed.2 Mc Graw Hill. p. 22

<sup>12</sup>Waters.D.2007. Global Logistics: New Directions in Supply Chain Management. 2 ed .The United Kingdom: Kogan Page Publishers, 2010, 3-6 p. ISBN: 978 0 7494 5703 7

### Cuadro 1. (Continuación)

<b>CORREA A. Y GÓMEZ A<sup>13</sup>. (2009)</b>	La logística es una parte de la gestión de la CdS que tiene como funciones principales planificar, implementar y controlar el almacenaje y flujos de productos, información y dinero entre los puntos de origen a los de destino, buscan mejorar el desempeño interno de la empresa, su CdS y por ende el cliente a través de diferentes procesos tales como: gestión de almacenes, producción, inventarios, transporte, entre otros.
<b>CSCMP<sup>14</sup> (2013)</b>	La logística es el trabajo requerido para mover y colocar el inventario por toda la CdS. Es la combinación de la administración de pedidos, el inventario, el transporte, el almacenamiento, el manejo de materiales y el embalaje integrados por toda la red de una planta. La logística integrada sirve para vincular y sincronizar la CdS general, como un proceso continuo y esencial para la efectiva conectividad de esta.

Es entonces la logística una herramienta esencial para lograr una buena relación entre los eslabones de la cadena de suministros ya que maneja cinco elementos clave dentro del funcionamiento de un sistema (ver figura 2)<sup>15</sup>.

- Transporte, es considerado el principal componente en la mayoría de los servicios de logística. La gestión incluye los diferentes modos como (carreteras, ferrocarriles, canales, aire, tubería, multimodal o intermodal.
- Almacenamiento, las consideraciones más importantes en este campo incluyen la ubicación, el tamaño de los productos, el tipo de almacenamiento.
- Inventario, las características fundamentales de la gestión de este elemento incluyen decisiones estratégicas en cuanto a qué valores, qué cantidad y el proveedor para abastecerse, que incluyen todos los productos (materias primas, semielaborados y acabados).

<sup>13</sup> CORREA, A. Y GÓMEZ, A. Tecnologías de la información y comunicación en almacenes 2009.

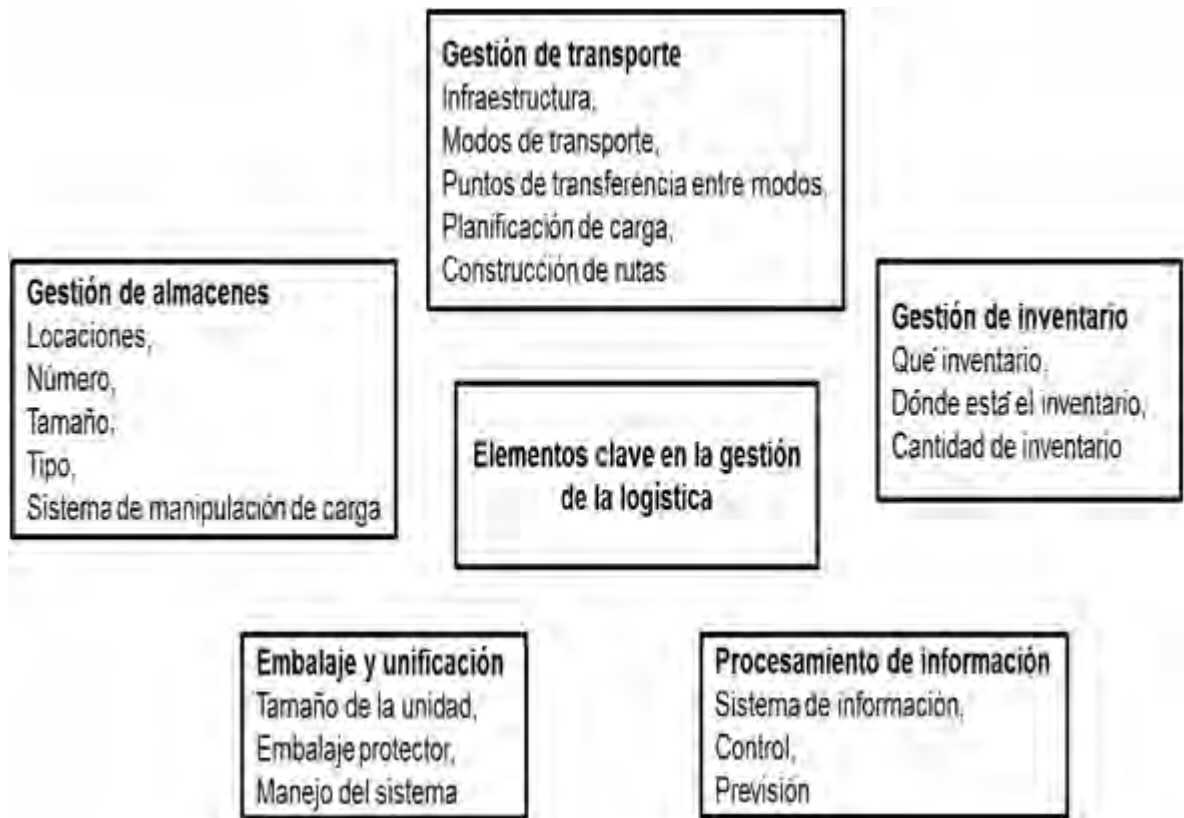
<sup>14</sup> Consejo de Dirección Logística, de internet <http://www.clm1.org>

<sup>15</sup> DEWAN, M., MEIER J.F., ADITIJANDRA, P.T., ZUNDER, T.H., PACE, G. Logistics and supply chain management. Research in Transportation Economics [en línea]. Mayo 2013, vol. 41, no. 1 [citado el 17 de abril de 2014], pp 3-16. Disponible en internet: <<http://ezproxy.uao.edu.co:2074/science/article/pii/S0739885912001606>>

- Empaque, se enfoca en la seguridad de los productos para mantenerlos en óptimas condiciones hasta que llega a la parte final de la cadena de suministro, los consumidores finales.
- Procesamiento de información, incluye todos los sistemas de información que permiten el control del sistema de suministro.

Un sistema de logística eficiente y eficaz debe tener un enfoque integrado en el que todos los elementos de la GCS tienen que ser considerados para obtener un nivel de servicio equilibrado basado en fiabilidad, trazabilidad y sobre todo costo.

**Figura 2. Elementos clave en la gestión de logística**



**FUENTE:** Adaptado de, DEWAN, M., MEIER J.F., ADITIJANDRA, P.T., ZUNDER, T.H., PACE, G. Logistics and supply chain management. Research in Transportation Economics [en línea]. Mayo 2013, vol. 41, no. 1 [citado el 17 de abril de 2014], pp 3-16. Disponible en internet: <<http://ezproxy.uao.edu.co:2074/science/article/pii/S0739885912001606>>



**4.1.3. Los procesos de almacén.** El flujo de artículos a través del almacén se puede dividir en varias fases o procesos<sup>16</sup>.

- **Recepción**, es el primer proceso encontrado por un artículo que llega al almacén ya sea por camión o transporte interno (en el caso de un almacén de producción). En este paso, los productos pueden ser comprobados o transformados (por ejemplo, re-embalados en diferentes módulos de almacenamiento) y esperar el transporte hasta el siguiente proceso.
- **Almacenamiento**, es el proceso en donde los elementos, artículos o productos se colocan en los lugares de acopio. El área de almacenamiento puede constar de dos partes: el área de la reserva (área de almacenamiento a granel) y el almacén, donde los productos son almacenados para su fácil recuperación. En esta fase del flujo de materiales es muy importante tener en cuenta el tipo de producto a almacenar y las características ya que de acuerdo a estas, se define el tipo de almacenamiento (almacenamiento en frío, estantería, estibas, etc...) con el fin de garantizar los altos estándares de calidad y el buen estado de los productos.
- **Order Picking**, se refiere a la búsqueda y recuperación de artículos desde sus lugares de almacenamiento para ser consolidados o transportados, y se puede realizar de forma manual o (parcialmente) automatizado. El picking, según De Koster<sup>17</sup>, representa el 55% del costo de las operaciones.
- **Envío (despacho)**, después de comprobados los pedidos, se embalan y se cargan a los camiones para ser transportados al destino respectivo.

Una vez identificados los procesos, es necesario conocer los equipos que soportan estas operaciones. Entre estos se puede identificar grúas, bandas transportadoras, escáneres de códigos de barras, un software que soporte el inventario, paletizadoras, entre otros.

---

<sup>16</sup> ROUWENHORST, B., REUTER, B., STOCKRAHM, V., VAN HOUTUM, G.J., MANTEL, R.J., ZIJM, W.H.M. Warehouse design and control: Framework and literature review. European Journal of operational research [en línea]. Mayo 2000, Vol. 122, no. 3[citado el 22 de febrero de 2014], pp 515 – 533.Disponible en internet:<<http://ezproxy.uao.edu.co:2074/science/article/pii/S037722179900020X>>

<sup>17</sup> DE KOSTER, R., LE-DUC, T. y ROODBERGEN, K. J. Design and control of warehouse order picking: a literature review. En: European Journal of operational research. 2007. Vol. 182, pp 481 – 501.

**4.1.4. Tipos de almacén.** Existen diversos tipos de almacenes, cada uno con características propias<sup>18</sup>.

- Almacén al aire libre. Espacios a la intemperie generalmente utilizados para almacenar graneles y productos no perecederos, o productos que no se afecten por las condiciones del medio ambiente.
- Almacén Logístico. Las mercancías por lo general se almacenan por largos periodos de tiempo. La función principal es la de distribución de los productos sin manejar niveles de inventarios, por lo tanto, las principales características se definen por su eficiencia en las entregas y su confiabilidad.
- Almacén general o de depósito. Para almacenar cualquier tipo de mercancía generalmente manejan políticas de outsourcing prestando servicios a otras empresas que no posean la capacidad suficiente para almacenar mercancías.
- Almacén de centro de distribución. Es el encargado de almacenar los productos para cumplir con los pedidos de los clientes externos típicamente compuestos por un gran número de líneas de pedido (donde cada línea de la orden especifica una cantidad de producto en particular). El número de diferentes productos en un almacén de distribución puede ser grande, mientras que las cantidades por cada línea de la orden pueden ser pequeños. Para evitar los excesos en costos en la operación de alistamiento, los almacenes de distribución son optimizados para obtener un order picking más rentable<sup>19</sup>.

**4.1.5. Gestión de almacenes.** se trata de un proceso clave para lograr el uso óptimo de los recursos y las capacidades del almacén, dependiendo de las características y volumen de los productos almacenados, reduciendo los costos de distribución y satisfaciendo los requerimientos de los procesos de atención al cliente. En esta actividad, se desarrolla la evaluación sistemática de las tareas que cumple el sistema de almacenamiento relacionadas con los pedidos y los productos, donde la empresa debe analizar cada posición de los productos, así como el número de visitas que recibe en un determinado periodo de tiempo.

---

<sup>18</sup>ARRIETA POSADA, Juan Gregorio. Aspectos a considerar para una buena gestión de almacenes de las empresas (centros de distribución, CEDIS). Journal of Economics, Finance and Administrative Science [en línea]. Junio 2011, Vol. 16, no. 30 [citado el 22 de febrero de 2014], pp 193 – 225 .Disponible en internet:< [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-18862011000100007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-18862011000100007&script=sci_arttext)>

<sup>19</sup> ROUWENHORST, B., REUTER, B., STOCKRAHM, V., VAN HOUTUM, G.J., MANTEL, R.J., ZIJM, W.H.M. Warehouse design and control: Framework and literature review. Op. cit., p. 520.

Posteriormente, se procede a evaluar los tiempos y las distancias recorridas a cada punto, asignar con colores las posiciones más visitadas con el fin de reacomodarlas a sitios más cercanos de los pasillos para un fácil alcance. Finalmente determinar si las mejoras propuestas redujeron los tiempos de atención al cliente<sup>20</sup>. Es entonces el objetivo principal de la gestión de almacenes garantizar el suministro continuo y operativo de los materiales y medios de producción requeridos para ejecutar los procesos de forma interrumpible dentro del mapa de las técnicas logísticas.

**Cuadro 2. Procesos en la gestión de almacenes**

<b>Recepción, control e inspección</b>	<b>Almacenamiento</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descargar el camión y registrar los productos.</li> <li>• Inspeccionar los productos recibidos para determinar si el producto cumple con las condiciones negociadas.</li> <li>• Distribuir los productos para su almacenamiento u otros procesos que lo requieran.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicar los productos en las posiciones de almacenamiento.</li> <li>• Considerar la categorización ABC, la cual prioriza las posiciones y productos por nivel de rotación.</li> <li>• Almacenar el producto en el área de reserva o recuperación rápida.</li> <li>• Guardar físicamente los productos hasta que sea demandado por el cliente.</li> </ul>
<b>Preparación de pedidos</b>	<b>Embalaje y despacho</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consiste en la adecuación de las órdenes de pedidos para atender necesidades de los clientes</li> <li>• Recuperación de los productos desde su ubicación para preparar los pedidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chequear, empacar y cargar los vehículos en medio de transporte</li> <li>• Establecer políticas de ubicación en camiones de la zona de cargue</li> <li>• Preparar los documentos de despacho.</li> </ul>

**FUENTE:** Adaptado de, CORREA ESPINAL, A.A., GÓMEZ MONTOYA, R.A., CANO ARENAS, J.A. Gestión de almacenes y tecnologías de la información y comunicación (TIC). Estudios gerenciales [en línea]. Octubre – Diciembre 2010, Vol. 26, no. 117 [citado el 4 de abril de 2014], pp 145 – 171. Disponible en internet:<http://ezproxy.uao.edu.co:2074/science/article/pii/S012359231070139X#>

**4.1.6. Sistemas de información.** Son un conjunto de componentes interrelacionados que abarcan organización, datos y tecnología para recolectar y

<sup>20</sup> CORREA ESPINAL, A.A., GÓMEZ MONTOYA, R.A., CANO ARENAS, J.A. Gestión de almacenes y tecnologías de la información y comunicación (TIC). Estudios gerenciales [en línea]. Octubre – Diciembre 2010, Vol. 26, no. 117 [citado el 4 de abril de 2014], pp 145 – 171. Disponible en internet:< <http://ezproxy.uao.edu.co:2074/science/article/pii/S012359231070139X#>>

procesar información que sirve de apoyo para la toma de decisiones, la comunicación, coordinación y control de una empresa. Estos sistemas transforman unas entradas por medio de un proceso en salidas lo cual permite convertir los datos en información de utilidad para la organización<sup>21</sup>.

**4.1.7. Tecnologías de la información y la comunicación.** Son un conjunto de mecanismos que manejan información por medios electrónicos compuestos por hardware, software y personal encargado que maneja todo el flujo de datos en el sistema. en el área de logística las TIC son utilizadas para mantener un flujo constante y oportuno de información a lo largo de la cadena de suministro, desde los proveedores hasta los clientes finales. Actualmente a través de herramientas como internet la mayoría de las empresas buscan mayor acercamiento con clientes y proveedores, ofreciéndoles plataformas virtuales de comunicación, lo cual se ha convertido en una ventaja competitiva para las organizaciones pioneras en estos sistemas.

**Cuadro 3. Definiciones de TIC**

AUTOR	DESCRIPCIÓN
<b>CHOPRA S., MEINDL P.<sup>22</sup></b> <b>(2007)</b>	Las TIC consisten en el hardware, software y personal de la CdS que recopila, analiza y ejecuta acciones con base en la información. “La TI actúa como los ojos y oídos de la GCS, captando y analizando la información necesaria que permite tomar buenas decisiones”
<b>LEY 1341<sup>23</sup></b> <b>(2009)</b>	Las TIC son el conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios, que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión de información como voz, datos, texto, video e imágenes.
<b>LAUDON<sup>24</sup></b> <b>(2012)</b>	Las TIC consisten en todo hardware y software que necesita usar una empresa para poder cumplir con sus objetivos de negocios. Esto incluye no sólo a los equipos de cómputo, los dispositivos de almacenamiento y los dispositivos móviles de bolsillo.

<sup>21</sup> LAUDON K. y LAUDON J. Sistemas de Información Gerencial. Pearson Educación de México, ed. 12, 2012.

<sup>22</sup> CHOPRA S., MEINDL P. Administración de la cadena de suministro Estrategia, Planeación y Operación. Ed.3 Pearson Education, 2007 p. 462

<sup>23</sup> LEY 1341 2009

[http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2009/ley\\_1341\\_2009.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2009/ley_1341_2009.html)

<sup>24</sup> LAUDON K. y LAUDON J. Sistemas de Información Gerencial. Pearson Educación de México, ed. 12, 2012.

**4.1.8. Tendencias tecnológicas.** Dentro de las tecnologías aplicadas a la gestión de almacenes se encontraron las siguientes<sup>25</sup>(ver figura 3):

- **WMS (WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM).** Es un sistema de información que ayuda en la administración del flujo del producto e información dentro del proceso de almacenamiento, a través de funciones tales como: a) recepción; b) almacenamiento; c) administración de inventarios; d) procesamiento de órdenes y cobros; y e) preparación de pedidos.
- **LMS (LABOR MANAGEMENT SYSTEM).** Sistema de control de las actividades de los operadores del almacén, por lo cual se convierte en un complemento para el WMS. Una ventaja generada al utilizarlo es el aumento casi inmediato de la productividad del almacén (casi al 100%), ya que se logra el mejoramiento del desempeño de los trabajadores y el aprovechamiento de los recursos en el almacén, a través del control y seguimiento sobre estos. La principal desventaja para que una empresa lo implemente como práctica para mejorar las operaciones del almacén, son las modificaciones necesarias a la estructura operacional y las altas inversiones que significan ponerlo en marcha. Los sistemas LMS, suelen incluir buenas prácticas para la realización de tareas en el almacén e indicadores para medir el rendimiento.
- **CÓDIGO DE BARRAS.** Tecnología de codificación que permite capturar información relacionada con los números de identificación de artículos, unidades logísticas y localizaciones de manera automática e inequívoca en cualquier punto de la red de valor. Se alcanza una eficiencia considerable cuando se maneja un solo código del producto, a través de la cadena de suministro.
- **RFID (RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION).** Tecnología que usa ondas de radio para identificar productos de forma automática, involucra el uso de etiquetas o tags que emiten señales de radio a los lectores encargados de recoger las señales. El RFID tiene gran potencial de uso, convirtiéndose en la base del EPC (Electronic Product Code) que es un estándar internacional de codificación, que identifica de manera única un producto a nivel mundial.
- **PICKING TO VOICE, PICKING TO LIGHT.** Sistemas de señalización sin papeles, que se basan en sistemas de voz y redes luminosas. El Pick to Light se compone de un conjunto de luces que indican al operario las ubicaciones y las

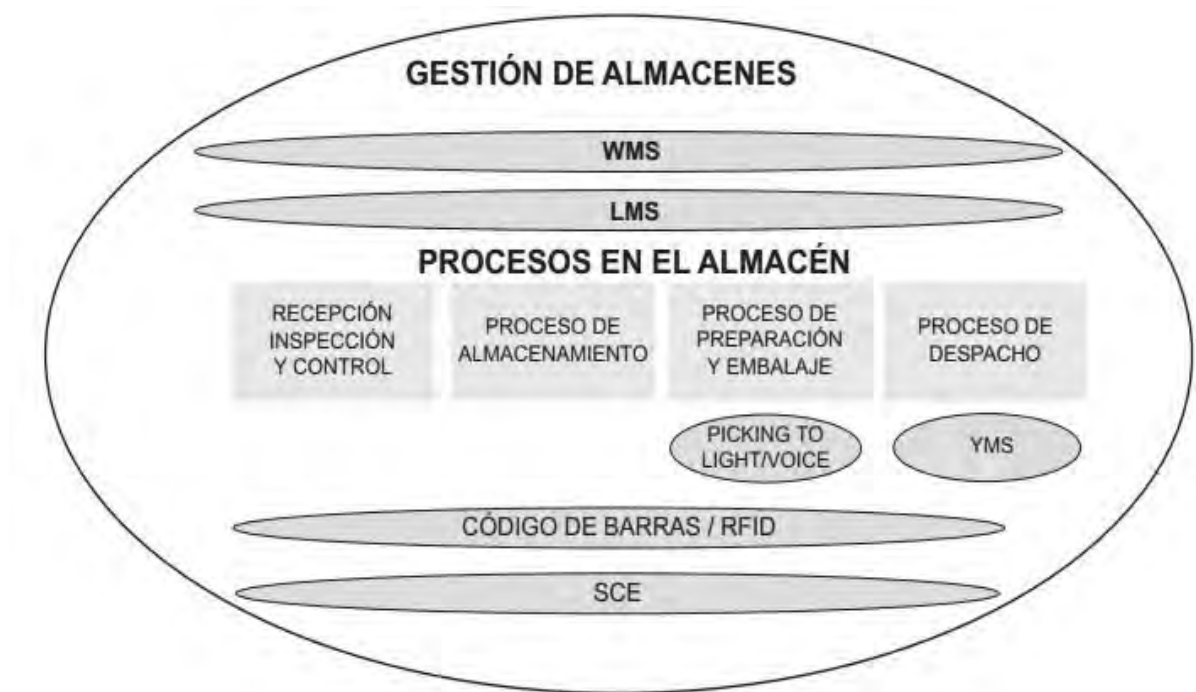
---

<sup>25</sup> CORREA ESPINAL, A.A., GÓMEZ MONTOYA, R.A., CANO ARENAS, J.A. Gestión de almacenes y tecnologías de la información y comunicación (TIC). Op. Cit., p. 156.

cantidades de los productos a recoger y suelen tener conexión con el sistema de inventarios para que se actualice en tiempo real una vez realizada la operación.

- En el Pick to Voice, el operario del almacén lleva un equipo de comunicación que permite recibir y enviar mensajes acerca de las operaciones de recogida de productos.
- *YMS (YARD MANAGEMENT SYSTEM)*. Sistema de manejo de patios que busca mejorar el flujo de productos e información en el almacén a través del seguimiento y control de los productos en los muelles de entrada y despacho, permite rastrear el inventario y estado de vehículos y contenedores, informa si los camiones se encuentran cargados o disponibles, ayuda a establecer prioridades entre los medios de transporte disponibles para la empresa.

**FIGURA 3. Mapa delas TIC en la gestión de almacenes**



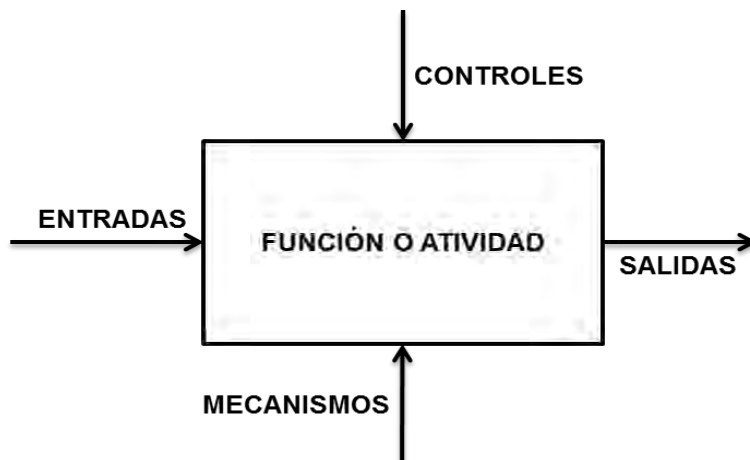
**FUENTE:** CORREA ESPINAL, A.A., GÓMEZ MONTOYA, R.A., CANO ARENAS, J.A. Gestión de almacenes y tecnologías de la información y comunicación (TIC). Estudios gerenciales [en línea]. Octubre – Diciembre 2010, Vol. 26, no. 117 [citado el 4 de abril de 2014], pp 145 – 171. Disponible en internet: < <http://ezproxy.uao.edu.co:2074/science/article/pii/S012359231070139X#>>.

**4.1.9. Metodología IDEF0.** Para representar los procesos que intervienen en la cadena logística de la empresa objetivo, y los procedimientos internos de almacenamiento y despacho se utilizó la metodología IDEF0, la cual, es una herramienta de modelado funcional que organiza los sistemas por medio de diagramas que se componen de cajas y flechas, con el fin de identificar las funciones que se llevan a cabo en cada actividad, lo que permite determinar cuáles de estas se hacen de forma correcta y cuáles no<sup>26</sup>.

Para la elaboración de cada proceso es necesario definir las entradas, que son todos aquellos elementos que activan y dan inicio al sistema, y que por medio del proceso son transformadas en unas salidas; las restricciones o elementos de control son los que rigen cada actividad. Y los recursos necesarios que utiliza cada uno de los procesos son llamados (mecanismos), los cuales por lo general se agotan en cada actividad.

Como lo muestra la figura 4, al interior de la caja se representa el proceso que transforma las entradas (ubicadas en el lado izquierdo) en salidas (ubicadas al lado derecho). En la parte superior se plasman los elementos que controlan el sistema, y en la inferior los mecanismos necesarios que utiliza el proceso para su correcto funcionamiento.

**Figura 4. Diagrama de funcionamiento IDEF0**

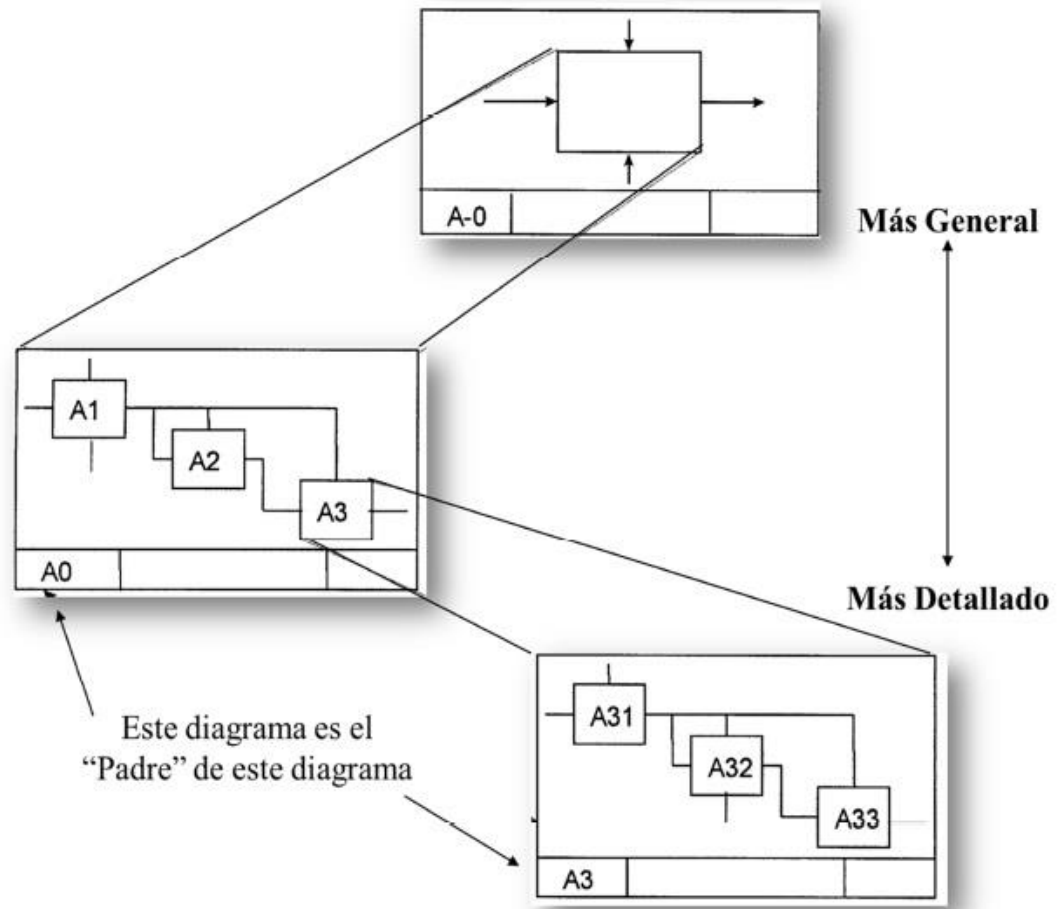


**Fuente:** KBSI. [En línea] IDEF0, 2010. [Citado el 16 de abril de 2014]. <http://www.idef.com/IDEF0.htm>

<sup>26</sup>Integration Definition for Function Modeling (IDEF0). En: Draft Federal Information Processing Standards, 1993. Vol. 183, p. 121 - 133

Con la metodología IDEF0 se organizan de manera jerárquica las actividades, introduciendo gradualmente niveles de detalle, que brindan mayor profundización sobre el modelo. Se parte de una caja en donde se plasman las restricciones sobre una actividad. Dentro de esta caja se descomponen actividades más pequeñas que en total representan la estructura del modelo. A la caja principal A0 se le conoce como diagrama padre y a los sub-procesos A1, A2 y A3 como diagrama hijo (ver figura 5).

**Figura 5. Descomposición general de un modelo IDEF0**



**FUENTE:** SOUNG-HIE, Kim, KIN-JIN, Jang. Designing performance analysis and IDEF0 for enterprise modelling in BPR. International Journal of Production Economics. Marzo, 2002. [Consultado el 14 de mayo de 2014]. Disponible en internet: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095527300001547>>

**4.1.10. Simulación.** Es una de las herramientas más útiles e importantes para analizar el comportamiento de un conjunto de procesos, desde su diseño hasta la



forma de operar. Consiste en generar un modelo a partir de un sistema real, para realizar experimentos que determinen el proceder del conjunto de actividades relacionadas entre sí, con el fin de diagnosticar y evaluar diferentes estrategias para la adecuada operación de un sistema.

La metodología de simulación utilizada para evaluar el estado actual y la alternativa de mejora en este proyecto se basa en la construcción de un modelo experimental en el software ProModel (versión estudiantil), el cual simula los procesos logísticos de almacenamiento y despacho de mercancías utilizando datos estadísticos estudiados anteriormente en este sistema. Los modelos de simulación son de entrada y salida lo que quiere decir que estos, no se resuelven sino que se corren para ver su comportamiento en el tiempo y así obtener los resultados deseados<sup>27</sup>.

**4.1.11. ProModel.** Para el análisis de los procesos logísticos de almacenamiento y despacho de la empresa se utilizó el software ProModel, el cual es compatible con el sistema operativo Windows, y permite la elaboración de modelos que semejan un entorno real, lo que permite un estudio profundo y detallado. El programa utiliza datos estocásticos que se han determinado de acuerdo a la información histórica recogida en la empresa. Para la construcción de modelos se debe tener en cuenta los diferentes elementos que lo conforman como<sup>28</sup>:

- **Entidad:** es la representación de los flujos que llegan a un sistema, las entidades son las encargadas de que el estado del sistema cambie. Unos ejemplos son: clientes en la caja de un banco, mercancía que llega a un almacén, piezas que llegan a un taller.
- **Localización:** son todos los lugares en los cuales se realiza una operación, en donde la entidad puede ser transformada o esperar serlo. Cada localización lleva un tiempo de operación así como restricciones y elementos de control. Pueden ser: máquinas, zonas de inspección, empaque, zona de picking, bodegas.
- **Recursos:** son todos aquellos elementos diferentes a las localizaciones, necesarios para llevar a cabo una operación, suelen ser finitos y el número de

---

<sup>27</sup>SOUNG-HIE, Kim, KIN-JIN, Jang. Designing performance analysis and IDEF0 for enterprise modelling in BPR. International Journal of Production Economics. Marzo, 2002. [Consultado el 14 de mayo de 2014]. Disponible en internet: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095527300001547>>

<sup>28</sup> GARCÍA DUNNA, Eduardo, et al. Simulación y análisis de sistemas con ProModel®. Pearson educación, primera edición, Mexico, 2006

recursos depende del tipo de operación. Dentro de estos, se pueden encontrar montacargas, operarios (para transporte de una entidad de una localización a otra), herramientas (necesaria dentro de una localización para llevar a cabo su proceso).

- **Atributo:** es una característica que se le puede dar a una entidad, como color, tamaño, nombre. Son muy útiles para diferenciar entidades sin la necesidad de crear una entidad nueva.

- **Variable:** se pueden definir como una condición en la cual los valores se crean y se modifican por ecuaciones matemáticas y relaciones lógicas. Pueden ser continuas o discretas y son muy útiles para efectuar conteo de piezas y características de operación en el sistema.

- **Llegadas (arrivals):** se define como las entidades que llegan a un sistema, por lo general se utiliza una distribución exponencial para determinar el patrón de llegadas entre una entidad y otra.

- **Proceso:** son las actividades que se realizan dentro de cada localización para la transformación de una entidad.

- **Rutas de circulación (path networks):** son establecidas por una serie de nodos conectados entre sí que marcan una ruta a seguir entre las localizaciones en un proceso.

**4.1.12. Metodología para la evaluación de procesos.** Los objetivos de este procedimiento se basan en los fundamentos de reingeniería para buscar una mejora continua de los procedimientos en donde se aplique<sup>29</sup>. La metodología para evaluación, diagnóstico y diseño de procesos también busca determinar las políticas de la empresa que agregan valor al cliente, valorando si se puede realizar de otra manera, si están distribuidas de forma adecuada, o si ayudan al logro y consecución de los objetivos de la empresa

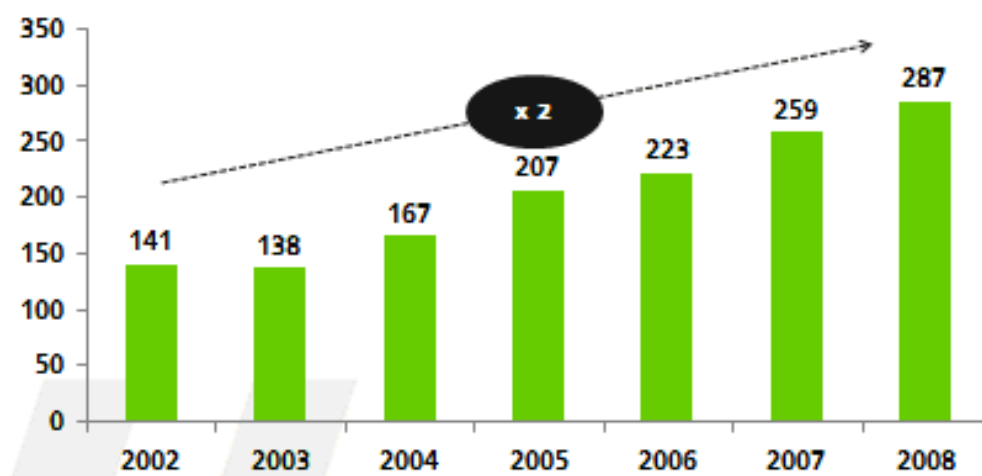
**4.1.13. Sector salud en Colombia.** Según la organización mundial de salud OMS, Colombia después de Argentina y Brasil, es el país de América Latina que

---

<sup>29</sup> HERRERA, Haroldo. Metodología para evaluación, diagnóstico y diseño de procesos. [en línea]. Febrero de 2007. Disponible en: < <http://www.gestiopolis.com/canales8/ger/metodologia-para-evaluacion-diagnostico-y-diseno-de-procesos.htm> >

más gasta en salud como porcentaje del PIB con 6,1%<sup>30</sup>. Igualmente Colombia ha venido aumentando el gasto per cápita en salud (ver gráfica 1), lo que significa que el mercado de insumos y productos farmacéuticos se ha incrementado en el país. Con las políticas del gobierno para el año 2012 la cobertura en esta materia se ha incrementado drásticamente con respecto a años anteriores lo que significa que mayor número de personas tiene acceso a los servicios de salud<sup>31</sup>, y la demanda de productos importados y comercializados en el territorio nacional ha presentado un alza considerable.

**Figura 6. Gráfico Evolución del gasto per cápita en Colombia**



**FUENTE:** CAMARA DE COMERCIO DE BARRANQUILLA. Información sobre el sector salud [en línea]. [Citado el 16 de mayo de 2014]. Disponible en internet:<[http://www.camarabaq.org.co/index.php?option=com\\_content&view=article&catid=156:salud-competitiva&id=419:informacion-del-cluster&Itemid=268](http://www.camarabaq.org.co/index.php?option=com_content&view=article&catid=156:salud-competitiva&id=419:informacion-del-cluster&Itemid=268)>

**4.1.14. Normatividad.** La mercancía que comercializa la empresa objeto de estudio está regida por una normatividad impuesta por el INVIMA (Instituto nacional de vigilancia de medicamentos y alimentos), la cual, es clara con respecto al almacenaje y manipulación de reactivos, equipos y dispositivos

<sup>30</sup> CAMARA DE COMERCIO DE BARRANQUILLA. Información sobre el sector salud [en línea]. [citado el 16 de mayo de 2014]. Disponible en internet:<[http://www.camarabaq.org.co/index.php?option=com\\_content&view=article&catid=156:salud-competitiva&id=419:informacion-del-cluster&Itemid=268](http://www.camarabaq.org.co/index.php?option=com_content&view=article&catid=156:salud-competitiva&id=419:informacion-del-cluster&Itemid=268)>

<sup>31</sup> OFICINA COMERCIAL DE PROCHILE. Estudio de mercado insumos médicos: reactivos de diagnóstico en Colombia. Bogotá, Colombia. 2011

médicos, A continuación se muestran aspectos en los que la empresa está incumpliendo con respecto a la norma<sup>32</sup>:

- La mercancía no se debe de almacenar de forma que esté en contacto con las paredes de la bodega por que puede recurrir en retenciones de humedad y deterioro del producto.
- Los productos nacionales deben de almacenarse en bodegas separadas con respecto a los internacionales.
- Los productos nunca deben de ser almacenados en el piso, deben estar estibados o en estantería.
- Las paredes de las bodegas deben ser de material epóxico y media canoa en los bordes.
- Las bodegas deben tener áreas definidas como (almacenamiento, cuarentena, vencidos).
- Una temperatura adecuada entre 10 y 25°C para las bodegas de reactivos de diagnóstico es necesaria.

El cumplimiento de la norma INVIMA puede ocasionar:

- Pérdida de certificados de almacenamiento.
- Sobrecostos por producto dañado.
- Pérdida de calidad de almacén.

---

<sup>32</sup>COLOMBIA. MINISTERIO DE PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto Número 3770 (11 de diciembre de 2004). Por la cual se reglamentan el régimen de registros sanitarios y la vigilancia sanitaria de los reactivos de diagnóstico in vitro para exámenes de especímenes de origen humano. Bogotá D.C., pp. 2

- Mala distribución de productos.
- Sobrecostos en la operatividad de las funciones logísticas del auxiliar de almacenamiento y despacho.

## 5. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto se realizó el diagnóstico de los procesos logísticos en la empresa objetivo, basados en la aproximación al estado del arte específicamente en el área de almacenamiento y despacho, este desarrollo, sirvió como base para el estudio de las alternativas de mejora.

En este proyecto se utilizó una investigación de campo, la cual es, según Zorrilla<sup>33</sup>, aquella que se efectúa en el lugar y tiempo en el que suceden los hechos de estudio. En este caso se analizaron eventos actuales que se presentaron en el almacén de la empresa objetivo. Para el desarrollo del mismo se ejecutaron diferentes etapas las cuales son descritas a continuación.

**5.1 ETAPA 1:** Identificar las principales metodologías desarrolladas para la evaluación y rediseño de procesos logísticos.

Esta primera etapa inició con una exploración documental de investigaciones nacionales e internacionales, enfocadas en la evaluación y posterior rediseño de procesos logísticos. Con esto se logró identificar diversas metodologías aplicadas para realizar un diagnóstico del estado actual de los procesos logísticos de almacenamiento y despacho. Aquí también se emplearon metodologías tradicionales como IDEF0 y estudios de métodos y tiempo, para generar una visión completa de los procesos de almacenamiento y despacho.

Resultados:

- Identificación de las principales metodologías para evaluación y rediseño de procesos logísticos.
- Diseño de la metodología de diagnóstico con base en las referencias bibliográficas consultadas.

---

<sup>33</sup>ZORILLA, Citado por GRAJALES, Tevni. Tipos de investigación: Básica, aplicada, documental, de campo o mixta. Documento [en línea] < <http://tgrajales.net/investipos.pdf> > [Consultado 25 de julio de 2013].

- Diagnóstico de la situación actual de la empresa.

## **5.2 ETAPA 2:** Modelar y simular el estado actual de los procesos logísticos de almacenamiento y despacho.

Esta segunda etapa se centró en la modelación y la simulación del estado actual de los procesos logísticos de almacenamiento y despacho de la empresa objeto del estudio, a partir del diagnóstico y la información resultante de la etapa anterior. Este procedimiento se ejecutó con el fin de identificar las variables críticas de los procesos, y sobre las cuales trabajar en las propuestas de mejora que se consideraron en la siguiente etapa. La herramienta utilizada para el modelo es el software ProModel que cuenta con la plataforma adecuada para representar el sistema a simular.

Resultados:

- Modelo de simulación en ProModel que representa el estado actual de los procesos logísticos de almacenamiento y despacho.
- Identificación de las variables críticas del proceso logístico sobre las cuales se pueden aplicar mejoras en el cumplimiento con los requerimientos de la empresa objetivo.

## **5.3 ETAPA 3:** Propuesta de una alternativa funcional y viable desde la perspectiva de los costos de operación de los procesos logísticos de almacenamiento y despacho.

En esta última etapa se generó una alternativa de mejora a los procesos logísticos de almacenamiento y despacho. Para la selección de la alternativa se tuvieron en cuenta dos aspectos, i) el análisis de la funcionalidad y del comportamiento observado mediante el modelo de simulación, y ii) la viabilidad de cada propuesta desde los costos de implementación que conllevan.

Resultados:

- Característica de la propuesta de mejora generada.

- Modelo de simulación con la propuesta de mejora seleccionada.
- Comparativo de la funcionalidad del sistema en el estado actual, y el futuro a partir del modelo de simulación.
- Documento que contiene la evaluación de los costos actuales asociados a los procesos de almacenamiento y despacho.
- Comparación de los costos asociados al estado actual y futuro.
- Documentación sobre la alternativa seleccionada.



## **6. ESTADO DEL ARTE**

Para el desarrollo de este proyecto se consultaron las bases de datos Science Direct, Búsqueda total y Ebsco; ofrecidas por la Universidad Autónoma de Occidente. Esto con el fin de dar soporte al tema de procesos logísticos de almacenamiento y despacho. Para ello, se usaron las siguientes palabras clave: logística, almacenamiento, despacho y gestión de almacenamiento; en un período de tiempo de 10 años, partiendo desde el año 2003 a la actualidad.

La revisión bibliográfica permitió desarrollar una metodología para evaluar los procesos logísticos de almacenamiento y despacho de una empresa del sector salud. Esta metodología se basa en las principales técnicas utilizadas por la mayor parte de los autores consultados y se puede resumir en tres etapas i) diagnóstico, ii) simulación, y iii) alternativa de mejora. La herramienta de simulación es necesaria para determinar el rendimiento de los procesos actuales y para sustentar la alternativa de mejora. En este documento se encuentra una herramienta de diagnóstico que describe un paso a paso de cómo evaluar el estado actual de los procesos logísticos de almacenamiento y despacho de una empresa principalmente del sector salud y que posteriormente permite mejorar dichos procesos sustentados en herramientas de simulación.

Después de una revisión bibliográfica, se encontraron diversos enfoques con respecto al manejo de almacenes, cadenas de suministro, y productos farmacéuticos. Un factor común que se halló fue el manejo de indicadores y la aplicación de tecnologías (WMS, RMS, SFA), para incrementar y controlar el rendimiento de la gestión logística de almacenes. Otros enfoques mencionan la aplicación de encuestas, capacitación de alta gerencia con respecto a la importancia de la logística, y modelos matemáticos para determinar los tiempos de operación en el almacén y controlar los niveles de inventario. A continuación se presentarán los diferentes autores, metodologías y resultados obtenidos.

### **6.1 ENFOQUE EN GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO**

De acuerdo con lo que plantea Arango<sup>34</sup>, en un escrito sobre la gestión de cadenas de abastecimiento y logística, la incertidumbre es un escenario presente

---

<sup>34</sup>ARANGO, M., ADARME, W., ZAPATA, J. Gestión cadena de abastecimiento – logística con indicadores bajo incertidumbre, caso aplicado sector panificador Palmira. Ciencia e ingeniería Neogranadina [en línea]. 2010, Vol. 20-1 [consultado 9 Noviembre 2013], pp. 97–115. Disponible

en todos los sistemas manufactureros y mercantiles a nivel global, por lo cual es un elemento a tener en cuenta a la hora de definir indicadores cualitativos y cuantitativos que califiquen el desempeño logístico de una empresa. Los autores plantean indicadores vitales en la gestión de una cadena de suministro, como i) indicador de servicio al cliente, ii) indicadores de eficiencia interna, iii) indicadores financieros, iv) indicadores de productividad, v) indicadores de calidad, entre otros; y proponen un modelo de medición de desempeño utilizando la lógica difusa. Para la ejecución del modelo, los autores trabajaron sobre el sector de alimentos-panaderías, discriminándolas por tamaño y definiendo indicadores pertinentes al caso. Posterior a esto, procedieron a la recolección de datos, y realizaron cálculos matemáticos relacionados con el modelo de lógica difusa que permitieron llegar a la medida exacta del indicador de desempeño evaluado.

Según Baeza<sup>35</sup>, presidente de logistika labs, la administración de la cadena de suministro es hoy en día un elemento crítico y estratégico para el éxito empresarial. En un escrito sobre las cadenas de abastecimiento inteligente plantea algunos elementos que deben hacer parte de un sistema logístico competitivo, tales como el apoyo en tecnologías que automaticen el manejo de promociones, el mejoramiento en la gestión de ventas, y el proceso automático de balanceo de tiendas que provea información veraz; entre otras. A su vez menciona uno de los grandes problemas relacionados con los sistemas de planificación de recursos, y es el hecho de que éstos carecen de fundamentación ingenieril, por lo cual las aplicaciones se limitan a lo contable, dejando a un lado el aspecto logístico. El autor propone un modelo integral para dar solución a esta problemática incluyendo los siguientes sistemas para la coordinación de las actividades entre departamentos: warehouse management system (WMS), retail management system (RMS) y sales force automation (SFA). Con lo anterior señala que se lograría una reducción en los inventarios, y en los sobrecostos que esto genera; incremento en las ventas, mayor nivel de servicio al cliente, y mayor control en la gestión de almacenes.

Carlos Vidal<sup>36</sup> et al, presentaron la aplicación de modelos de inventarios en cadenas de abastecimiento de productos de consumo masivo con una bodega y N

---

en internet: < [http://www.umng.edu.co/documents/63968/74763/Vol20\\_1art\\_7.pdf](http://www.umng.edu.co/documents/63968/74763/Vol20_1art_7.pdf)>. ISSN 0124-8170.

<sup>35</sup>BAEZA, Carlos. Cadena de abastecimiento inteligente. Incae Business Review [en línea], Mayo – Agosto 2009. Vol. 1, no. 8 [Consultado 7 Noviembre 2013], pp. 70–75. Disponible en internet: <<http://www.revistaincae.com/edicion-impresa/volumen-1/numero-8/158-cadena-de-abastecimiento-inteligente.html>>. ISSN 165925400-0.

<sup>36</sup>VIDAL, C., LONDOÑO, J., CONTRERAS, F. Aplicación de modelos de inventarios en cadena de abastecimiento de productos de consumo masivo con una bodega y N putos de venta. Ingeniería Y Competitividad [en línea], 2004. Vol. 6, no. 1 [Consultado 7 Noviembre 2013], pp. 35-52. Disponible

puntos de venta. El objetivo principal fue determinar las posibles causas del problema en el desbalanceo de los inventarios y posteriormente plantear las posibles soluciones, basadas en operaciones logísticas con conocimientos del área de investigación de operaciones. La metodología se basó en la discusión de diferentes técnicas de gestión de inventarios, ilustrando la aplicación real en empresas con productos de consumo masivo, principalmente en cadenas de suministro con una bodega y múltiples puntos de venta. Los resultados obtenidos en esta investigación revelan la importancia y eficiencia de estos modelos en las empresas comerciales e industriales que los deseen aplicar. Los autores coinciden en el impacto positivo que muestra la utilización de estos modelos de investigación de operaciones al sistema de gestión de inventarios, los cuales aumentan de manera considerable la competitividad de las organizaciones preparándolas para el proceso de globalización que está en curso.

Otro enfoque es el que ofrece Gonzales<sup>37</sup> en el artículo llamado *metodología de gestión logística para el mejoramiento de pequeñas empresas*, donde evidencia las dificultades que tienen las pequeñas y medianas empresas con respecto a la capacidad económica con la que cuentan para realizar consultorías en logística, lo cual resulta ser un gran inconveniente o una gran oportunidad para ganar competitividad. El método aplicado por el autor radica esencialmente en la capacitación de gerentes y responsables de logística de una muestra de empresas colombianas, cuyo rango del número de empleados está entre 10 y 74. Previo a esto, se realizó un diagnóstico de cada empresa buscando elementos que permitieran identificar si la logística se consideraba como un tema clave en la organización. La capacitación se realizó con la finalidad de que cada representante se apropiara de dos herramientas para el mejoramiento logístico, previamente definidas en un focus group con expertos en el tema, y que a su vez conocieran sus costos logísticos. Finalmente se procedió a definir un plan de mejoramiento con el respectivo cronograma y de más elementos necesarios para la realización. Mediante esto se logró detectar que entre los principales problemas se encuentran el control de inventarios, inventario averiado, faltantes, evaluación de proveedores, entre otros.

---

en internet: <<http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/1566/1/Rev.Ing.%20y%20Competitividad%20Vol%206%2c%20No%201%2c2004%2c%20p.35-52.pdf>>.

<sup>37</sup> GONZALES, C., MARTINEZ, J., MALCÓN, C., CAVAZOS, J. Metodología de gestión logística para el mejoramiento de pequeñas empresas. Revista internacional administración y finanzas [en línea], 2013.Vol. 6, no. 5 [Consultado 8 Noviembre 2013], pp. 121-129. Disponible en internet: < [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2158873](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2158873) >. ISSN 1933-608X.

## 6.2 ENFOQUE EN PROCESOS DE LA GESTIÓN DE ALMACENES

Siguiendo con la temática de almacenes, es pertinente mencionar el trabajo de Moeller<sup>38</sup>, quien realizó un estudio para demostrar la aplicabilidad de una rutina de optimización sobre el enrutamiento, para ello el autor estudió un caso de un distribuidor de dispositivos electrónicos. En primera instancia definió aspectos generales de la empresa, tales como tamaño de almacén y tipos de productos almacenados; luego procedió a diseñar una red digital, donde cada zona de despacho era un nodo. Finalmente se determinó la línea de optimización por parte del sistema de gestión de almacén. Los resultados muestran una potencial mejora de un 7.4% en los despachos. Antes de aplicar este tipo de modelos se debe de realizar un análisis cualitativo de la secuencia a seguir en el almacén.

GU<sup>39</sup>, presentó una investigación sobre el diseño y evaluación del desempeño de almacenes, por medio de estudio de casos prácticos, en donde los objetivos principales se basan en proporcionar una visión general de todas las metodologías y herramientas utilizadas para la mejora de las prácticas de diseño de almacenes. La metodología de esta investigación se desarrolló con la observación de más de 250 encuestas documentadas referentes al diseño y evaluación del desempeño de los almacenes; cuyos resultados arrojaron que la mayor parte de estas encuestas se enfocan en el análisis del diseño del almacenamiento en lugar de la operatividad, lo cual muestra la importancia que tiene la buena gestión de almacenes en las empresas. El estudio de los casos prácticos demuestran los beneficios potenciales de la aplicación de los resultados de investigación académica a los problemas reales. Para esta investigación es muy importante el aporte de los autores ya que a parte de las observaciones relacionadas con las encuestas, proponen dos modelos analíticos y de simulación para resolver los problemas de depósito cada uno con las ventajas y desventajas respectivas.

---

<sup>38</sup> MOELLER, Klaus. Increasing warehouse order picking performance by sequence optimization. *Procedia social and behavioral sciences* [En línea], 2011. Vol. 20 [Consultado 13 Noviembre 2013], pp. 177 – 185. Disponible en internet: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042811014030>>.

<sup>39</sup> GU, J., GOETSCHALCKX, M., MCGINNIS, L. Research on warehouse design and performance evaluation: comprehensive review. *European Journal of Operational Research* [En línea], Junio 2010. Vol. 203 [Consultado 13 Noviembre 2013], pp. 539- 549. Disponible en internet: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221709005219>>.

José Manuel Figueroa<sup>40</sup>, presentó un diagnóstico del grado de desarrollo en el que se encuentra la gestión de almacenamiento de un conjunto de empresas europeas. Para llevar a cabo este objetivo, los autores definieron una lista de los indicadores de gestión operativa de almacenamiento, con el fin de plasmar las situaciones y recomendaciones del estado actual de estas empresas. Los resultados de la investigación arrojaron datos importantes a cerca de las principales tendencias en la gestión de almacenes, en donde se pueden encontrar los puntos fuertes que han evolucionado de manera competitiva en este sector, así como las dificultades y necesidades de mejora.

Teniendo en cuenta la gestión de almacenamiento de medicamentos cabe resaltar el planteamiento de Benítez<sup>41</sup>, el cual en la tesis llamada gestión de outsourcing logístico para almacén de productos farmacéuticos, muestra la importancia de este gestor logístico, y genera una guía para el manejo de estos productos. Para desarrollarlo, el autor recorre puntos como la elección del proveedor del servicio de almacenamiento de productos farmacéuticos, la calidad del servicio y la capacidad de gestión, en forma sistemática relacionados con el outsourcing logístico. Posteriormente, elaboró a modo de guía los procedimientos operativos para este tipo de almacenes. Como resultado de este proyecto se obtuvo el instructivo operacional del proceso logístico de almacenamiento de fármacos, el cual es de vital importancia para la investigación a realizar con la empresa objetivo.

Errasti<sup>42</sup> buscó generar una directriz que facilitara el análisis de las alternativas organizativas, de diseños físicos y tecnológicos, que permitan mejorar los indicadores de rendimiento en la preparación de pedidos. El autor realiza una revisión teórica haciendo énfasis en la gestión de almacenes dentro de la cadena de suministro, en donde destaca la importancia del control de las variables relacionadas con la preparación de pedidos, tales como la calidad, el costo, el tiempo y la rentabilidad. El marco de referencia que se obtuvo como resultado consta de 3 grandes etapas para la evaluación de cualquier mejora propuesta en el proceso de preparación de pedidos; estas son: i) identificación de condiciones inherentes del proceso (tipo de producto, unidad logística de almacenamiento,

---

<sup>40</sup>FIGUEROA, J., SANCHEZ, J. Análisis situacional de la gestión operativa de almacenes. Tesis de maestría. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña. Departamento de organización de empresas, 2004. 93 p.

<sup>41</sup>BENITEZ LÓPEZ, Erick Oscar. Gestión de outsourcing logístico para almacén de productos farmacéuticos. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Lima: Universidad Nacional de San Marcos. Facultad de ingeniería industrial, 2004. 126 p.

<sup>42</sup>ERRASTI, A., BILBAO, A. Marco de análisis de alternativas de sistemas de preparación de pedidos, aspectos a valorar en la reingeniería de procesos de almacén. En: Primer congreso de logística y gestión de la cadena de suministro (2: 12-13, Septiembre, 2007: Zaragoza, España). Memorias. Zaragoza, 2007. 10 p.

volúmenes de pedidos, etc.), ii) definir los métodos físicos para realizar el picking (existe zona especializada o se realiza en el mismo lugar donde se almacena), y iii) establecer el sistema de preparación de pedidos, el cual puede ser operario-producto (se desplaza el operario) como por ejemplo el pick to voice o el pick to light; o producto-operario (se desplaza el producto) como los sistemas inteligentes de almacenamiento vertical o mini load.

De acuerdo con Caiza<sup>43</sup> es posible obtener reducciones significativas de tiempos en operaciones logísticas a partir de la redistribución de los elementos de la bodega. Para obtener las reducciones en tiempos, se llevó a cabo la siguiente metodología: i) revisión de antecedentes y de teorías logísticas (sistemas de aprovisionamiento, gestión de bodegas, normatividad pertinente, indicadores), ii) análisis del estado actual de las bodegas, donde se identificaron los tipos de insumos, los procesos, el lay-out y las capacidades; iii) rediseño de las bodegas, para lo cual se tuvo en cuenta la metodología de agrupación de los productos (tipo y volumen) y posteriormente se realizaron cambios como la reubicación de la bodega dentro de la planta, la compra de montacargas y sistemas de pesaje, la disminución de distancias a recorrer y la implementación de indicadores. Este ejercicio presentó disminución de tiempos en variedad de procesos, entre estos se destacan: i) reducción en la entrega de insumos de 16,6 minutos por entrega, ii) disminución en la recepción de materias primas de 18,4 segundos por movimiento, iii) reducción de un operario por proceso para la mayoría de los casos. Esto demuestra que los cambios de planta física previamente planeados y estudiados pueden mejorar la productividad de la operación logística de un almacén.

Guachisaca<sup>44</sup> propuso la eliminación de diversos problemas que presentaba el área de almacenamiento en la empresa, mediante la aplicación de la metodología 5'S. El proyecto se llevó a cabo en dos grandes etapas, así: i) etapa de planificación, en la cual se llevaron a cabo actividades encaminadas al compromiso de la junta directiva, la conformación del comité de implementación, la planificación de actividades y la capacitación del personal; y posteriormente la segunda fase, ii) etapa de ejecución, en donde se implementó la calificación de los elementos de las bodegas para definir cuál sería la disposición final de cada uno, luego se implementó el orden para buscar el aprovechamiento del espacio liberado y a su vez se rotularon estanterías, y finalmente se implementó la estandarización para garantizar la sostenibilidad de la metodología establecida,

---

<sup>43</sup> CAIZA, Edinson Rodrigo. Reestructuración del Lay-Out y Logística Interna de las bodegas de materia prima en levapan del ecuador S.A. Trabajo de grado Ingeniería en administración de empresas. Loja: Universidad técnica particular de Loja. Área administrativa, 2013. 144 p.

<sup>44</sup> GUACHISACA, J., CAICHE, S. Diseño de un sistema de gestión basado en la metodología de las 5'S aplicado al proceso de almacenamiento y despacho de producto terminado en una empresa que se dedica a la fabricación y comercialización de pintura. Trabajo de grado Ingeniería en auditoría y contaduría pública. Guayaquil: Escuela superior politécnica del litoral, 2011. 122 p.

aquí se generó una lista de verificación para validar el cumplimiento de ítems puntuales. Con la implementación de las 5'S se eliminaron problemas como atrasos en los pedidos, una disminución de ventas que se había venido presentando, y principalmente la falta de trabajo en equipo. Económicamente hablando, se calculó que con el proyecto se presentaría un incremento mensual del total de la utilidad en USD\$162.000.

Otro aporte es el del autor Cevallos<sup>45</sup>, quien buscó analizar y mejorar los procesos operativos de mayor trascendencia en la bodega para obtener mayor agilidad, seguridad, rapidez y eficiencia en la operación de la misma. Para la concertación del objetivo el autor llevó a cabo actividades como: evaluación de estado actual de los procesos en la bodega principal (recolección de datos mediante observación directa y entrevistas a personal), definición de problemas y de sus posibles causas mediante el diagrama de Ishikawa, selección de los procesos objeto de mejora, análisis ABC de los productos, crear un área de picking, cálculo de un stock para el despacho rápido de pedidos, incrementar la capacidad de almacenamiento y ordenar adecuadamente la mercadería, definir pasillos principales y secundarios, adecuar un espacio en la bodega para cada elemento: pallets, montacargas, carretillas y demás; codificar las ubicaciones en la bodega y reubicar la mercadería del stock de reserva para disminuir distancias recorridas. Con los cambios realizados el autor logró una reducción promedio de distancias del 21%, una disminución del número de actividades en un 14,3% para el proceso de almacenamiento, del 19,7% para las transferencias y del 19,2% para las entregas a domicilio.

De acuerdo con Mosquera<sup>46</sup> propone diagnosticar el estado actual del almacenamiento para identificar y priorizar las oportunidades de mejora, diseñar propuestas de distribución, validarlas con el personal de la empresa y con un especialista en el tema, y presentar propuestas que se adapten a las necesidades de la empresa. Para la consecución de estos objetivos, el autor realizó actividades como: i) identificación de problemas mediante observación y consulta del personal, en donde se evidenció mercancía deteriorada, mala distribución dentro de la bodega, prácticas de seguridad inadecuadas, desconocimiento sobre almacenaje y manejo de materiales, la no existencia de áreas designadas para las diferentes actividades de la bodega; ii) redistribución física del lugar mediante el programa Layout VT, el cual toma como parámetros las áreas disponibles y el área que ocupa cada departamento o elemento (área de recibo y despacho, estanterías,

---

<sup>45</sup> CEVALLOS QUIROZ, Carlos. Análisis y mejoramiento de los procesos operativos de la bodega matriz de una empresa comercializadora de electrodomésticos y equipos electrónicos. [diapositivas]. Guayaquil: Escuela superior politécnica del litoral, 2006. 52 diapositivas.

<sup>46</sup> MOSQUERA, M., CERÓN, L. Propuesta de distribución del área operativa de la bodega y el manejo de materiales en una empresa dedicada a la logística integral. Trabajo de grado Ingeniero industrial. Santiago de Cali: Universidad Icesi. Departamento de Ingeniería Industrial, 2012. 68 p.

mercancía, alistamiento, operaciones y adecuaciones, montacargas y área libre), y iii) se evaluó la importancia de que un departamento fuese adyacente a otro para así incrementar la eficiencia del sistema, la cual se encontraba inicialmente en el 22%; se realizaron varias iteraciones para identificar cuál era la mejor disposición de los elementos, y se demostró que al dejar variable la posición de determinados departamentos era posible llevar la eficiencia al 46.92%.

Baca<sup>47</sup> se planteó como objetivo la identificación de los principales problemas en los procesos de almacenamiento y compras para diseñar un plan de mejoras que optimizara los procesos, redujera y/o eliminara costos y actividades que limitaban el eficiente desempeño del área de almacén y compras. En primer lugar se realizó un diagnóstico situacional para identificar las oportunidades de mejora existentes, para lo cual se utilizó herramientas como el análisis ABC, estudios de demanda e índices de rotación de inventario; se expusieron los problemas encontrados mediante el diagrama causa – efecto y se identificaron las posibles causas que incidían en la aparición de dichos problemas. Luego se utilizó el análisis de criticidad para priorizar las causas encontradas, se analizó su factibilidad y mediante un análisis de impacto- factibilidad se seleccionaron las oportunidades de mejora estratégicas con la aplicación de la Matriz de Priorización. A estas propuestas de mejora identificadas para cada oportunidad, se le realizó una evaluación del impacto (costo, dificultad, período de implementación, impacto) con el fin de establecer prioridades para la implementación y obtener como resultado final un cronograma de actividades donde se especificaron los responsables, la duración estimada de cada actividad y los recursos necesarios para la implementación.

Rodríguez<sup>48</sup> et al, realizaron una investigación en la empresa Wyeth como estrategia para cumplir con la misión y cultura de calidad, además de liderar en el sector farmacéutico en buenas prácticas de almacenamiento. Los autores iniciaron con un diagnóstico con la finalidad de identificar la situación actual de la empresa objetivo y posteriormente se apoyaron en una investigación documental. Con esta metodología se logró diseñar una guía en donde se puede encontrar un paso a paso a seguir para alcanzar buenas prácticas de almacenamiento en industria farmacéutica.

---

<sup>47</sup> BACA, C., ABAD, J. Diagnóstico situacional y propuestas de mejora para el área de almacén y compras de una empresa de servicios. Trabajo de grado. Guayaquil: Escuela superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería en mecánica y ciencias de la producción, 2009.

<sup>48</sup> RODRIGUEZ POVEDA, Paola y RUDAS VIVAS, Martín. Diseño de una guía en buenas prácticas de almacenamiento para la industria farmacéutica. Trabajo de grado Especialista en gerencia comercial con énfasis en mercadeo y ventas. Chía: Universidad de la sabana. Facultad de ciencias administrativas, 2005. 95 p.



En el tema de recibo, almacenamiento y despacho de mercancías Álvarez<sup>49</sup> presento una monografía en la cual buscó estandarizar los procesos del almacén de materiales en planta que se utilizan para alimentos en la empresa Lloreda S.A. El objetivo principal es la mejora de los procesos de recibo, almacenamiento y despacho de la organización enfocado en materias primas auxiliares y material de empaque. Para que este proyecto se cumpliera, se realizó una investigación del estado actual del almacén de materiales, y seguido a este paso se hizo un comparativo con empresas del mismo sector. Con el diagnóstico ya plasmado el autor elaboró alternativas de mejora para dar solución a los problemas identificados. Al final de la investigación se logró determinar el gran impacto de las alternativas propuestas ya que los espacios de almacenamiento se maximizaron, los niveles de stock disminuyeron y los flujos de materiales fueron más eficientes, por lo tanto los tiempos de operación en los almacenes se redujeron notablemente.

Romero<sup>50</sup>, realizó una investigación en la cual el objetivo principal fue establecer un sistema de mejoramiento para estos procesos. Los autores se basaron en metodologías como: Business Process Improvement (BPI), reingeniería, Price Waterhouse, calidad total entre otras, para dar inicio a las fases de desarrollo de este proyecto. En la primera parte, se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa, luego se determinaron los requerimientos actuales y futuros y finalmente se elaboró una propuesta de un modelo de mejora de acuerdo a las necesidades de la organización. Como resultado los almacenes SI recibieron un documento en el cual se plasmó el modelo de mejoramiento a los procesos logísticos de manipulación de mercancías.

Continuando con el tema de mejora de procesos logísticos FIERRO RIVERA, Héctor<sup>51</sup>, presentó un documento en el cual, debido al mal manejo del estudio de trabajo en una organización se estaba presentando una productividad ineficiente. El objetivo principal de este proyecto fue diseñar y proponer mejoras a los sub-procesos de recepción, almacenamiento y despacho aplicando técnicas de estudio del trabajo para reducir las falencias que retrasaban estas actividades. El inició

---

<sup>49</sup> ALVAREZ SILVA, Diego. Mejora de los procesos de recibo, almacenamiento, despacho de materias primas auxiliares y material de empaque en Lloreda S.A. Monografía para optar por el título de ingeniero Industrial. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de ingeniería, 1999.

<sup>50</sup> ROMERO, Wilber y TROCHEZ, Jhon. Modelo de mejoramiento procesos recibo, bodegaje, alistamiento y despacho de mercancías almacenes SI y/o Daccach Hnos. Ltda. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ingeniería, 1997. 198 p.

<sup>51</sup> FIERRO RIVERA, Héctor Fabio. Diseño del plan de mejoramiento en el proceso de recepción de mercancía y despachos nacionales aplicando la técnica el estudio del trabajo en la empresa Motores Japoneses S.A. Pasantía institucional para optar por el título de Ingeniero Industrial. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ingeniería, 2013.

con la identificación de cada una de las etapas y procedimientos en el área de almacenes de la empresa para posteriormente realizar un estudio de métodos y tiempos con el fin de elaborar un diagnóstico. A partir de estos pasos anteriores procedió a realizar un análisis detallado de la información y formuló un plan de mejoramiento. Al final del proyecto se entregó un documento con la propuesta de mejora para la empresa Motores Japoneses en los procesos logísticos de almacenamiento, recibo y despacho, además de un modelo en 3D que representa la propuesta planteada.

Gonzalez<sup>52</sup>, elaboró un documento en donde se identificaron alternativas de solución que posibilitan mejorar la competitividad gracias a un mejor desempeño de las cadenas logísticas. Esta investigación que tiene por nombre “soluciones para la mejora intralogística en almacenamientos en frío” pretende orientar a las organizaciones sobre el manejo de cadenas logísticas de productos refrigerados con el fin de optimizar las operaciones principalmente en el almacenamiento, lo que permite aumentar la competitividad de las empresas. Para la elaboración del documento mencionado se emplearon tres bloques como baterías de soluciones cada uno con objetivos distintos, en el primero se recopilaban alternativas para optimizar la capacidad de almacenamiento de manera que se consiguiera el mínimo volumen posible, en el segundo se abordó el tema de rendimiento energético de las instalaciones, a través de soluciones que minimizaron el uso de energía, y finalmente se muestran alternativas sobre sistemas de control que permitan evidenciar el cumplimiento de los requerimientos en el control de la temperatura, función vital en estos procesos.

Espinoza<sup>53</sup>, de acuerdo a los inconvenientes principalmente en el ámbito de redes y micro redes, que generan insuficiente disponibilidad de productos farmacéuticos, ocasionando limitaciones en una atención oportuna, planteo redefinir la red de almacenamiento y distribución de estos insumos médicos como parte del fortalecimiento de la capacidad resolutoria y calidad para las empresas de este sector. Partió de la elaboración de un diagnóstico de la red de almacenamiento y distribución de productos farmacéuticos en la región de Ucayali, Perú. Posteriormente, se realizó la discusión y validación de una propuesta de intervenciones factibles para optimizar la red de almacenamiento y distribución de los insumos. Como resultado de la investigación se obtuvo un escrito con una

---

<sup>52</sup> GONZALEZ, L., ENCINAS, E., BELTRÁN, J., MUÑOZURI, J. Soluciones para la mejora intralogística en almacenamiento en frío. DYNA [En línea], 2013. Vol. 88, no. 3 [Consultado 20 Febrero 2014], pp. 252-256. Disponible en internet: <<http://www.revistadyna.com/Articulos/Ficha.aspx?IdMenu=26e5f45a-7fdd-456b-8088-fad6a8390778&Cod=5267>>.

<sup>53</sup> ESPINOZA, Henry. Rediseño de una red de almacenamiento y sistema de distribución regional de productos farmacéuticos, dispositivos médicos y productos sanitarios de la región. Propuesta final de red de almacenamiento y sistema de distribución. Programa de apoyo a la reforma del sector salud. Ministerio de salud. Lima, Perú. Febrero 03 de 2012.

propuesta para mejorar las redes logísticas de distribución de productos farmacéuticos.

En cuanto a la clasificación de los problemas en la gestión de almacenes Van Den Berg<sup>54</sup>, presenta un artículo en donde tuvo como finalidad presentar una revisión de los sistemas de gestión de almacén más influyentes y sus resultados en empresas, y posteriormente discutió ejemplos de modelos en algunas áreas específicas que en particular, ponen la relación entre las decisiones de control de inventarios y problemas de asignación de productos. La metodología utilizada en este caso comenzó con una breve descripción de varios tipos de sistemas de almacenamiento. Seguido a esto, se presentó una jerarquía de los problemas de decisión que se encuentran en el establecimiento de estos sistemas de almacén, incluidas las cuestiones de justificación, diseño, planificación y control. Y finalmente se discutieron ejemplos de modelos de apoyo a la toma de decisiones en cada uno de estos niveles, como el diseño del lay-out, gestión de inventario bajo las restricciones de espacio, la asignación de ubicaciones, y la programación de operaciones. Después de realizar un riguroso análisis, y basados en compañías en donde estos modelos de gestión se ejecutaron como lo es Yamaha motores S.A, coincidieron en que un mejor conocimiento de los sistemas de almacenamiento y en los factores clave para mejorar tanto su diseño y control, puede dar lugar a importantes reducciones adicionales de los niveles de inventario y la mejora de los tiempos de respuesta, como lo muestran los resultados del caso mencionado el cual logró una reducción en el tiempo de operación en un 10% al momento de aplicar las técnicas de gestión.

BAKER<sup>55</sup>, desarrolló una investigación acerca de las metodologías de diseño de almacenes donde, encontraron que actualmente gran número de empresas no cuentan con un método sistemático integral para el diseño de almacenes que logre cubrir las propias necesidades de un mercado. Por lo cual, la finalidad del artículo es generar unas metodologías de diseño de almacenes de acuerdo a una necesidad específica (después de una revisión estratégica de distribución). Para cumplirlo, proceden a realizar una investigación documental para identificar los diferentes procedimientos relacionados con este tema logístico de diseño de almacenes, y lo complementaron con un estudio a un número determinado número de empresas diseñadoras de almacén. Finalmente, se tiene como

---

<sup>54</sup> VAN DEN BERG, J.P y ZIJM, W.H.M. Models for warehouse management: Classification and examples. International Journal of production Economics [En línea], 1999. Vol. 59, no. 1-3 [Consultado 25 Febrero 2014], pp. 519-528. Disponible en internet: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527398001145>>.

<sup>55</sup> BAKER, Peter y CANESSA, Marco. Warehouse designs: A structured approach. European Journal of Operational Research [En línea], 2009. Vol. 193, no. 2 [Consultado 25 Febrero 2014], pp. 425-436. Disponible en internet: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221707011356>>

resultado principal un modelo estructurado para la definición de las técnicas de almacenamiento en la cual se describe un paso a paso estructurado de cada uno de las consideraciones a tener en cuenta en la buena gestión de esta área logística.

De Koster<sup>56</sup> desarrolló una revisión literaria acerca de las dificultades de decisión en el diseño y control de los procesos de preparación de los pedidos pues, este proceso es clave dentro de los gastos operacionales en una organización. Los autores tomaron como eje principal el diseño interno óptimo, los métodos de asignación de almacenamiento y los métodos de enrutamiento para el procesamiento por lotes y la zonificación; pues, si se vinculan estas metodologías a los procesos de preparación en una empresa, estos operaran de manera eficiente, optima y controlada, mejorando así el servicio al cliente y aportando una disminución de los costos operativos.

Baker<sup>57</sup> examinó el concepto de agilidad y el rol exacto de los centros de distribución en las cadenas de suministro por medio de nueve estudios de casos sobre el diseño de unidades de negocio y de operación de centros de distribución para proporcionar una respuesta rápida a los mercados cambiantes. Esto se hizo con el propósito de explorar cómo las empresas están respondiendo a las necesidades de los mercados; como operan sus centros de distribución y como es su capacidad de respuesta hacia volatilidad de los mercados. Esta investigación se basó en el estudio de seis empresas europeas de las cuales, cinco de ellas son de consumo masivo y la última corresponde al sector editorial e imprenta. El enfoque en todos los estudios de caso fue la distribución de salida. Como resultado de este proyecto se obtuvo un marco referencial cuya utilidad es evaluar una empresa con base en la capacidad de respuesta en términos de movilidad, alcance, tiempo y costos respecto a las empresas descritas en el documento.

En otra investigación llevada a cabo por Vílchez<sup>58</sup> se tenía como objetivo demostrar cómo un rediseño de procesos del área de almacén mejoraría los

---

<sup>56</sup>DE KOSTER, René; LE-DUC, Tho y JAN ROODBERGEN, Kees. Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research* [En línea], 2007. Vol. 182, no. 2 [Consultado 26 Febrero 2014], pp. 481-501. Disponible en internet: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221706006473>>.

<sup>57</sup>BAKER, Peter. The design and operation of distribution centres within agile supply chains. *International Journal of Production Economics* [En línea], 2008. Vol. 111, no. 1 [Consultado 3 Marzo 2014], pp. 27 – 41. Disponible en internet: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527307000308>>

<sup>58</sup>VILCHEZ, Y. Rediseño de procesos del área de almacén para la obtención de resultados que favorezcan la operatividad de la empresa Vidriera Universal EIRL. Trabajo de grado Contador

resultados económicos de tal modo que favorecen la operatividad de la empresa "VIDRIERA UNIVERSAL EIRL". Para esto los autores plantearon mejorar tres aspectos que consideraban relevantes, así: i) procesos: se implementó el modelo de cantidad económica de pedido (costos y punto de re-orden), se rediseñaron los procesos de ingreso y salida de productos al almacén, ii) tecnología: se implementó un sistema de control de almacén y evaluación de existencias (aplicativo en Excel) para llevar control sobre el stock real de producto en almacén, y iii) Recursos humanos: se capacitó el personal sobre cultura organizacional, comunicación y coordinación, gestión de almacenes, documentación, sistemas de control y evaluación de existencias, se propuso pasar de estilo de cultura autoritario a participativo-consultativo, y también se llevó a cabo una descripción de puestos de trabajo y funciones del almacén. Con esto se logró una reducción de procesos de ingreso de 106 minutos a 82 (48% al mes), disminución de procesos de salida de 72 minutos a 21(61% al mes), y un ahorro de USD\$ 1,644.5 en ambos procesos.

### 6.3 ENFOQUE EN MODELOS MATEMÁTICOS

Otro enfoque es el que plantea Gonzales<sup>59</sup>, quien diseña un modelo de programación lineal entera mixta que permite optimizar la asignación de localizaciones. Para la realización del modelo se definieron en primera instancia las localizaciones, los tipos de pedidos y las plantas de fabricación de donde estos son enviados; luego se establecieron los parámetros de los pedidos y del almacén, tales como el volumen, los costos, el tiempo promedio de estadía y las distancias entre localizaciones; posterior a esto se especificaron las variables de salida, las restricciones del modelo y la función objetivo. Este modelo se implementó en una empresa chilena dedicada a la manufacturación de cartulinas, y se simuló tres diferentes escenarios. La reducción de costos asociados al transporte de productos a su respectiva localización, se obtuvo a partir de la corrida del modelo para tres diversos escenarios que puede presentar la empresa, así: i) 15% de reducción para poca actividad, ii) 23% de reducción para un día promedio de trabajo, y iii) 25% de reducción para un día con elevado nivel de entrada de pedidos.

---

Público. Trujillo, Perú. Universidad privada del norte. Facultad de estudios de la empresa, 2011. 96 p.

<sup>59</sup>GONZALEZ, M., VERGARA, R., GONZÁLEZ R., ACOSTA, L. Asignación de localizaciones de almacenamiento considerando distancias y tiempos de estadía entre pedidos. En: Simposio Brasileiro de Pesquisa Operacional (4: 16-19, Septiembre, 2013: Natal, Brasil). Natal, 2013. 9 p.

Ruiz<sup>60</sup> se propuso mejorar la eficiencia del proceso de distribución de partes y repuestos hacia los concesionarios, e incrementar la productividad de las actividades adyacentes al proceso; mediante la elaboración de un plan sistemático de mejoras derivadas de la identificación de problemas. El trabajo se desarrolló en dos etapas, así: i) construcción de un modelo por medio del cual el centro de distribución de repuestos (CDR) pueda tener un acercamiento a una plataforma desde la que pueda optimizar la carga que envía en los camiones y así poder controlar el espacio que es subutilizado en el camión y los costos de transporte; y ii) un estudio de los procesos y procedimientos que se llevan a cabo durante la operación de despachos para medir su nivel de productividad. Como resultado de este trabajo, los camiones despachados se cargarían con el 100% gracias a la aplicación que se creó en Excel y que permite trabajar con los datos incorporados respecto al peso en kilogramos y dimensiones de alto, largo y ancho en metros de cada SKU. Además se estandarizaron las actividades requeridas para despachar un pedido y se logró reubicar algunas zonas de la empresa llevando a una reducción del 57% de los recorridos y por ende en un 50% del tiempo que se gasta en recorridos.

Es importante tener en cuenta ciertas características de los almacenes, que permitan llevar a cabo una mejor gestión. Hwang<sup>61</sup> define al almacén como ese lugar a través del cual el inventario es transmitido a los clientes por las operaciones de recogida, clasificación y distribución. El objetivo del autor, fue diseñar un almacén de entrega de pedidos en el cual se pudiesen minimizar el número de transportes y el tiempo de los mismos, buscando reducir sobrecostos e incrementando la productividad de la empresa. Para ello, se realizó un modelo matemático con aspectos como el diseño y distribución física del almacén, los tiempos de transporte realizado dentro del almacén a la hora de realizar despachos; y también se llevó a cabo una simulación en el software AutoMod para validar el modelo propuesto. Se concluyó que mediante el modelo matemático, el rendimiento es un poco mayor con respecto al de la simulación.

Kofjac,<sup>62</sup> presentó un estudio de caso real de la optimización de inventarios en una empresa de automoción, donde se enseña un modelo anticipatorio de

---

<sup>60</sup> RUIZ BARRETO, Andrés Felipe. Una aproximación al mejoramiento de la cadena de abastecimiento, Centro de distribución de repuestos GM Colmotores. Trabajo de grado. Bogotá: Universidad del Rosario. Facultad de Administración, 2014. 39 p.

<sup>61</sup> HWANG, H., CHO, G. A performance model for order picking warehouse design. Computers and industrial engineering [en línea], 2006. Vol. 51 [Consultado 15 Noviembre 2013], pp 335 – 342. Disponible en internet: < <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1228354> >.

<sup>62</sup> KOFJAC, Davorin; KLJAJIC, Miroljub y REJEC, Valter. The anticipative concept in warehouse optimization using simulation in an uncertain environment. European Journal of operational Research [En línea], 2009. Vol. 193, no. 3 [Consultado 5 Marzo 2014], pp. 660-669. Disponible en internet: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221707010296> >. ISSN 0377-2217.

simulación (algoritmos de optimización de inventario). El modelo tiene la capacidad de realizar varios escenarios en un corto período de tiempo, proporcionando de este modo al administrador de pedidos los datos de reposición y alternativas para el manejo de los inventarios. Para la ejecución de este estudio, se partió de una revisión bibliográfica enfocada en temas relacionados con el manejo de almacenes y control de inventarios de los cuales se extrajeron los elementos más importantes. Luego de tener un campo visual ya detallado de las variables necesarias para la elaboración del modelo de simulación, se procedió a la construcción de éste. Por último, se realizó un análisis detallado del modelo donde se pudo observar un logro en la reducción de costos a causa de los excesos de inventario que se venían presentado en el caso analizado.

#### **6.4 ENFOQUE EN MODELOS DE SIMULACIÓN**

Errasti<sup>63</sup> estudió el impacto que tiene la preparación de pedidos en los costos operativos, el tiempo total de preparación y la elección de estrategias operativas y de organización en un sistema producto a operario. Para este estudio, inicialmente se realizó un diseño de experimentos basado en la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) apoyado en un modelo de simulación de eventos discretos para definir los factores que alteran el tiempo de preparación en un almacén con un sistema miniload. A partir de aquí, se identificaron los principales elementos que intervienen en las funciones de un sistema picking. Seguidamente se aplicó la técnica ANOVA (análisis de varianzas) para determinar los elementos más significativos en el tiempo final de preparación; este fue el número de líneas y la cantidad por líneas. Se definen como los más significativos porque se encuentran relacionados al producto y su correspondiente demanda. Por esta razón, nace la necesidad de implementar sistemas de picking flexibles y adaptativos en las empresas.

El autor Correa<sup>64</sup> desarrolló un modelo de simulación que le permitió evaluar diferentes alternativas de mejora en las operaciones de alistamiento y despacho. La justificación de este trabajo radicó en que el porcentaje que representan los costos asociados al picking dentro de las operaciones de un almacén, oscila entre

---

<sup>63</sup> ERRASTI, Ander; CHACKELSON, Claudia; CIPRES, David y LAHOZ, Fernando. Diseño de un sistema de picking producto a operario-aplicación del diseño de experimentos mediante simulación de eventos discretos. DYNA [En línea], 2011. Vol. 86, no. 5 [Consultado 26 Febrero 2014], pp. 515-522. Disponible en internet: <<http://dx.doi.org/10.6036/4060>>. ISSN 0012-7361.

<sup>64</sup> CORREA, A., GÓMEZ, R., SÁNCHEZ, J. Mejora de las operaciones de preparación de pedidos y despacho de una empresa del sector colchonero apoyado en simulación discreta. Scielo [En línea], 2012. Vol. 79, no. 173 [Consultado 6 Enero 2014], pp. 104-112. Disponible en internet: <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0012-73532012000300027&lng=pt&nrm=iso&tling=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0012-73532012000300027&lng=pt&nrm=iso&tling=es)>. ISSN 0012-7353.

el 45% y el 75%. El autor optó por utilizar la simulación puesto que permite representar el comportamiento del sistema, y de las mejoras propuestas sin necesidad de incurrir en los gastos de su verdadera implementación. El proyecto se desarrolló en 4 grandes etapas: i) contextualización del negocio, ii) descripción de la gestión del almacén (procesos, recursos, capacidades); iii) realización del modelo, en donde primero se definieron el problema específico a tratar, los supuestos del sistema y las variables de respuesta; luego se obtuvieron los datos requeridos, se diseñó y se corrió el modelo, se aplicaron mejoras para hacer posterior análisis; y iv) se concluyó sobre los resultados obtenidos. A través de la implementación y análisis de los resultados del modelo, se demostró que la empresa podría disminuir el tiempo de permanencia de un colchón en el sistema pasando de 4.12 horas a tan solo 3.7 horas, y por ende el número de colchones atendidos pasaría de 102 a 110.

Hernández<sup>65</sup> se propuso mejorar el proceso de despacho de productos agroindustriales de un centro de distribución, mediante uso de simulación discreta. La investigación empezó con un contexto general de los problemas que existían en el antiguo centro de distribución, donde los espacios se redujeron con el incremento de ventas y la introducción de nuevos productos en los últimos cinco años, luego se construyó el nuevo centro de distribución el cual tiene los espacios y formas de almacenamiento apropiadas para contrarrestar los picos de ventas del mes de diciembre que es de aproximadamente el 40% de ventas normales. Después continuó con la toma de tiempos y movimientos para construir el modelo en la herramienta Witnees, y que se utilizaría para validar con el proceso actual y encontrar el modelo ideal del proceso de despachos. Con la realización del modelo fue posible incrementar la productividad en un 3,4%. El aporte principal al presente trabajo fue el uso de herramientas de simulación para analizar y validar oportunidades de mejora sin correr el riesgo de llevarlas a cabo.

Alfaro<sup>66</sup> tenía como objetivo reducir el tiempo de entrega de equipos de medida de energía eléctrica en un 50% y eliminar el 100% de los costes asociados a la subcontratación de parte del trabajo. Se realizaron dos experimentos en ARENA. i) se calculó el nivel promedio de stock que debían de mantener en las bodegas para no sobrepasar las roturas de stock que se tenían presupuestadas. Se simularon 4 escenarios y a partir del seleccionado se comenzó el segundo experimento. ii) en primera instancia se racionalizaron las cargas de trabajo, luego se simularon 3 escenarios más en donde se reducía en 1 operario durante cada escenario, más

---

<sup>65</sup> HERNÁNDEZ, C., TORO, L. Simulación de un proceso de despacho en una compañía de consumo masivo. Tesis de Maestría. Guayaquil: Escuela superior politécnica del litoral, 2011.

<sup>66</sup> ALFARO, R., PERPIÑÁN, L., BAUTISTA, J., RAMI, R. Simulación de la dinámica de un almacén distribuidor de equipos de medida de energía eléctrica destinada al consumo. En: XV Congreso de Ingeniería de Organización (3: 7-9, Septiembre, 2011: Cartagena, Colombia). Memorias. Cartagena, 2011. 10 p.



adelante se simuló la absorción de todo el trabajo por parte de la empresa (sin subcontratar), y por último se retomaron dos operarios, siendo esta última simulación la óptima. Se logró una reducción en el tiempo de entrega en un 63,72%, sobrepasando lo esperado; se pudo asumir el 100% de las solicitudes sin necesidad de subcontratar, y se redujo el número anual de roturas de stock.

Otro planteamiento es el que ofrece Morales<sup>67</sup> en su tesis planteó como objetivo principal analizar e incrementar la capacidad de producción en el área de despacho mediante la implementación de una banda transportadora en una empresa productora de químicos. Para la realización del proyecto, en primer lugar se analizó la situación actual y se desarrolló un modelo que simula el área de despacho, para lo cual se realizó una descripción del área y del proceso de despacho, se utilizaron pruebas de promedios y de frecuencias como Kolmogorov / Smirnov para determinar aleatoriedad de tiempos de actividades del proceso, se utilizó una aplicación lógica estructural desarrollada en Microsoft Excel 2007 con programación en Microsoft Visual Basic cuyos parámetros son el número de estibadores, el tiempo por estiba, el tiempo de retorno, los horarios de trabajo, el tiempo de descanso y los número de sacos estibados; luego se definieron las variables de interés (sacos estibados diarios, tiempo de actividad, ritmo de producción, productividad, tiempo muerto, eficiencia) y por último se simuló el sistema con una banda transportadora. Mediante la simulación del estado con banda transportadora se demostró que se lograría un incremento de la productividad del 23,6%, una eficiencia del 100%, una reducción del 100% de tiempos muertos, y se calculó un retorno de la inversión en aproximadamente 0,16 años.

Narro<sup>68</sup> se propuso recomendar una política de distribución-inventario que disminuyera manifiestamente los costos. Para su realización se llevaron 3 grandes etapas, así: i) Se utilizó un programa de ecuaciones lineales de transporte para solucionar la distribución suponiendo abasto suficiente de láminas en las plantas, y así tener una guía para establecer la relación más conveniente entre plantas y locales. ii) Mediante la simulación, y a partir de la propuesta de plantas-locales encontrada en la etapa 1, se determinan los parámetros recomendables para el

---

<sup>67</sup> MORALES, Isidro y POW CHON LONG, Darwin. Optimización del proceso de despacho en una empresa productora de químicos (sulfato de aluminio) mediante la simulación estocástica. Trabajo de grado Ingeniero en Estadística Informática. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del litoral, 2010. 107 p.

<sup>68</sup> NARRO, Ana Elena. Un problema de distribución-inventario resuelto con simulación dinámica. Universidad autónoma metropolitana. Administración y Organizaciones [En línea], 2010. Vol. 13, no. 25 [Consultado 10 Febrero de 2014], pp. 133-148. Disponible en internet: <<http://ezproxy.uao.edu.co:2086/eds/detail?vid=3&sid=74d82c38-72db-4583-8f69-4e0c08e1489d%40sessionmgr4003&hid=4113&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtYm91ZGZQ%3d%3d#db=fua&AN=67096341>> ISSN 1665-014X.

sistema de inventarios en cada planta, y para cada producto, suponiendo las demandas independientes. iii) Se propuso un modelo de simulación que representó el sistema distribución-inventario de la maderera, con él se experimentan diferentes valores de los parámetros, tomando como punto de partida los resultados obtenidos en las etapas anteriores, tanto de distribución como de inventario, modificándolos hasta lograr bajar los costos significativamente. Como resultado los costos generados son menores en un 18,23% y como aporte queda el método de solución usado, el cual consiste en seccionar el problema complejo, en sub-problemas relativamente fáciles de resolver, en los que la solución de uno facilita el manejo del siguiente, hasta llegar a la solución del problema completo, a un paso del nivel anterior.

Sánchez<sup>69</sup> tuvo como objetivo determinar entre 5 modelos para conocer cuándo y cuánto debe pedir la empresa para manejar adecuadamente su almacén de acuerdo a las necesidades actuales. Los 5 modelos entre los cuales se iba a elegir son modelo heurístico de la empresa, lote económico de pedido, lote económico de pedido para la demanda normal, modelo matemático de una empresa externa de consultoría y un modelo optimizador; y para la selección del óptimo se tuvieron en cuenta los siguientes objetivos: i) minimizar costos del inventario, ii) minimizar los productos en el almacén, y iii) evitar la ruptura de inventario. Para esto se utilizó el software Plant Simulation, el cual simula eventos discretos y permite la creación de un modelo computarizado dinámico de un sistema complejo, explora sus características y optimiza el desempeño del sistema. También usó la herramienta GAWizard, la cual es una herramienta de Plant Simulation que sirve para optimizar los resultados de las variables de salida. En primer lugar se recolectaron los datos necesarios de procesos, costos y tiempos; luego se calcularon los tamaños de lote para los 4 primeros modelos, así: el número 1 de acuerdo al histórico de la empresa, los números 2 y 3 con base en la fórmula que representa a cada modelo, y el número 4 por consultoría; finalmente se definieron dos modelos de simulación, uno que representa el modelo 5 (optimizador) y otro para determinar cuál de los 5 modelos es el más adecuado. Con los resultados obtenidos por los modelos de simulación se concluye que la mejor alternativa de selección de los niveles de inventario es el optimizador GAWizard (modelo número 5). De implementarse el modelo matemático del optimizador ningún producto presentaría ruptura de inventario y se podrían tener ahorros por casi \$2.5 millones de pesos. Esta cantidad representaría un 40% de mejora sobre el sistema actual.

---

<sup>69</sup>SÁNCHEZ OLIVOS, Juan Pablo. *et al.* Análisis comparativo de modelos matemáticos para calcular los niveles de inventario y minimizar los costos del almacén de refacciones de una empresa vidriera. *Revista de la ingeniería industrial* [En línea], 2013. Vol. 7, no. 1 [Consultado 15 Febrero 2014], pp. 37-50. Disponible en internet: <<http://ezproxy.uao.edu.co:2106/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=a0260561-f45d-4938-8c99-181b4d35acfb%40sessionmgr112&vid=2&hid=109>>

Bueno<sup>70</sup>, buscó desarrollar un plan de mejoramiento logístico para reestructurar los procesos de abastecimiento y despacho de una bodega de muestras de laboratorios farmacológicos SAVAL. Para este desarrollo el autor partió de un diagnóstico en el cual, estableció las causas de desorganización en los procesos logísticos de la bodega, con el objetivo de analizarlos y posteriormente, desarrollar métodos de corrección. Ya con los problemas identificados desarrolló una estructura de trabajo para corregir cada uno de los parámetros causantes de la problemática. Una vez terminada esta etapa se planteó un modelo de simulación en el programa Flexsim, de los nuevos procesos para probar el funcionamiento de las soluciones. Con este desarrollo se logró una debida asignación de responsabilidades a cada uno de los procesos logísticos de la bodega lo que garantizó un mayor control, reducción de tiempos de despacho, de inventarios e ingreso de mercancías.

Accorsi<sup>71</sup> abordó el tema de manipulación de materiales en sistemas de almacenamiento (centros de distribución), en la cual el objetivo de la investigación fue presentar un sistema de apoyo para la toma de decisiones en el diseño, la gestión y control de los sistemas de almacenamiento. Herramienta que permite la toma de decisiones, desarrollar y comparar diferentes configuraciones de almacén en un entorno informático, ya que se basa en técnicas de simulación de múltiples escenarios para hacer frente a casos de estudio del mundo real, lo que permite identificar pautas útiles sobre cuestiones de almacenamiento. Luego de la investigación documental sobre temas de almacenamiento, los autores procedieron a construir un modelo de simulación que representara un sistema de almacén semejando la realidad, desarrollado en el lenguaje informático de programación C++. Ya construido el modelo se implementó en una empresa encargada del manejo de piezas de repuesto en la industria del automóvil con el propósito de evaluar la funcionalidad del mismo y de la empresa como tal en operaciones logísticas de despacho y almacenamiento. Los resultados arrojados por el modelo sobre la empresa real se basan en indicadores que reflejan el estado de los sistemas que hacen parte de las actividades analizadas. Los datos obtenidos mostraron deficiencias en los flujos de materiales especialmente en el bodegaje de materiales desde la recepción de camiones hasta la ubicación; lo que determinó a los investigadores la necesidad de un rediseño y mejora de operaciones.

---

<sup>70</sup> BUENO, René y ZAMBRANO, Wladimir. Desarrollo de un plan de mejoramiento logístico para reestructurar los procesos de abastecimiento y despacho en la bodega de muestras de los laboratorios farmacológicos Saval. S.A. Trabajo de grado Ingeniero comercial. Sangolquí: Escuela Politécnica del ejército. Departamento de ciencias económicas y administrativas y de comercio, 2011. 203 p.

<sup>71</sup> ACCORSI, Riccardo; MANZINI, Riccardo y MARANESI, Fausto. Decision-support system for the design and management of warehousing systems. Computers in industry [En línea], 2014. Vol. 65, no. 1 [Consultado 22 Febrero 2014], pp. 175-186. Disponible en internet: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361513001875>>.

## 6.5 METODOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS

Una herramienta de gran utilidad para realizar un mapeo general de las actividades logísticas realizadas en el almacén es IDEF0. Cheng-leong<sup>72</sup> afirma que este descompone de arriba a abajo, problemas complejos en pequeñas partes que pueden ser más fácilmente comprendidas. Por otra parte, Lingfeng<sup>73</sup> menciona que IDEF0 representa mediante cajas y flechas, las tareas realizadas, y entradas o salidas pertenecientes a las mismas.

Gonzales<sup>74</sup>, realizó un estudio de métodos y tiempos para la empresa C.I. cobres de Colombia LTDA, ya que había una carencia de información acerca de cómo se trabajaba en cada puesto de trabajo, los métodos y los puntos óptimos. Estos estudios permitieron calcular los tiempos de producción y analizar la productividad de la línea de producción, a partir de lo cual se generaron mejoras en los métodos de trabajo. Para la realización del trabajo, se tomaron en cuenta dos procesos considerados los más importantes en la actividad productiva. Con la terminación de este proyecto, el autor demostró que mediante un estudio de métodos y tiempos, se puede distribuir el personal en la planta, realizar procesos de costeo, incrementar la productividad, alimentar software al interior de la empresa, entre otras cosas. Llevado a la temática del presente proyecto, es posible utilizar un estudio de esta clase para analizar los procesos logísticos llevados a cabo en el almacén.

En conclusión, se puede observar que en las diversas investigaciones consultadas, se aplican herramientas y metodologías que sirven de referencia en la manera de proponer soluciones y abordar el problema de este proyecto. En la etapa de diagnóstico se realizó un mapeo mediante el uso de IDEF0 planteado tal como lo hacen Cheng-leong<sup>75</sup> y Lingfeng<sup>76</sup>, y también un estudio de métodos y

---

<sup>72</sup>CHENG-LEONG, Ang. Enactment of IDEF0 models. International Journal of production research [En línea], 1999.Vol. 37, No 15 [Consultado 15 Noviembre 2013], pp. 3383 – 3397. Disponible en internet: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/002075499190103#.U3IVj5BZhMs>.

<sup>73</sup>LINGFENG, D., QIANG, G., LIN, W. An IDEF0 design for PDM-based die integrated intelligent design system functional model. Systems engineering Procedia [En línea]. 2011. Vol. 1 [Consultado 15 Noviembre 2013], pp. 372–376. Disponible en internet: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211381911000579>>

<sup>74</sup> GONZALES SÁNCHEZ, Francisco Javier. Estudio de métodos y tiempos para la planta de producción de C.I. cobres de Colombia LTDA: División empaques de madera. Trabajo de grado Administrador de empresas. Santiago de Cali: Universidad autónoma de occidente. Facultad de ciencias económicas y administrativas, 2010. 81 p.

<sup>75</sup>CHENG-LEONG, Ang. Enactment of IDEF0 models. International Journal of production research [En línea], 1999.Vol. 37, No 15 [Consultado 15 Noviembre 2013], pp. 3383 – 3397. Disponible en internet: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/002075499190103#.U3IVj5BZhMs>.

<sup>76</sup> LINGFENG, D., QIANG, G., LIN, W. An IDEF0 design for PDM-based die integrated intelligent design system functional model. Systems engineering Procedia [En línea]. 2011. Vol. 1 [Consultado

tiempos como el llevado a cabo por Gonzales<sup>77</sup>. Luego de caracterizar los procesos logísticos de almacenamiento y despacho de la empresa objetivo, se generó una alternativa de mejora, la cual se validó mediante un modelo de simulación como el utilizado por Hwang<sup>78</sup> y Cho, quienes lograron en su caso reducir el número de personas encargadas de manipular la carga dentro del almacén, y el tiempo de operación.

Para el desarrollo del diagnóstico se tomó como base la revisión literaria, la cual indica las temáticas y herramientas más comunes con respecto a la gestión de almacenes. Se puede apreciar en el cuadro resumen (ver cuadro 4) que en un 71.42% de los autores revisados realizan un diagnóstico de la situación actual de los procesos logísticos de almacenamiento, para desarrollar cualquier metodología, la cual consiste en el reconocimiento de los procesos y la identificación de problemas y oportunidades.

---

15      Noviembre      2013], pp.      372–376.      Disponible      en      internet:  
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211381911000579>>

<sup>77</sup> GONZALES SÁNCHEZ, Francisco Javier. Estudio de métodos y tiempos para la planta de producción de C.I. cobres de Colombia LTDA: División empaques de madera. Trabajo de grado Administrador de empresas. Santiago de Cali: Universidad autónoma de occidente. Facultad de ciencias económicas y administrativas, 2010. 81 p.

<sup>78</sup> HWANG, H., CHO, G. A performance model for order picking warehouse design. Computers and industrial engineering [en línea], 2006. Vol. 51 [Consultado 15 Noviembre 2013], pp 335 – 342. Disponible en internet: < <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1228354>>.

**Cuadro 4. Gestión de almacenes, perspectivas teóricas.**

AUTOR	TEMÁTICAS								
	Diagnóstico como base de cualquier metodología	Reestructuración de procesos logísticos	Indicadores	Inventarios	Simulación	Modelo matemático	Redistribución física del almacén	Vinculación de tecnologías	Capacitaciones, encuestas u observación
Arango, 2010			*			*			
Baeza, 2013								*	
Vidal, 2004	*			*		*			
Gonzales, 2013	*								*
Moller, 2011	*					*			
Figueroa, 2004	*		*						
Benitez, 2004	*	*							
Errasti, 2007								*	
Caiza, 2013	*						*		
Guachisaca, 2011							*		
Cevallos, 2006	*						*		
Mosquera, 2012	*				*		*		*
Baca, 2009	*			*			*		
Rodriguez, 2005	*	*							
Álvarez, 1999	*	*		*					
Romero, 1997	*	*							
Espinoza, 2012	*	*							
Van Deb Berg, 1999	*	*		*					
Baker, 2009		*				*	*		
De Koster 2007		*				*	*		
Baker, 2008	*	*							
Gonzales, 2013	*				*				
Ruiz, 2014	*	*			*	*	*		
Crisóstomo, 2011		*						*	*
Hwang, 2006						*	*		
Kofjac, 2009	*			*					
Errasti, 2011	*				*				
Correa, 2012	*								
Hernandez, 2011	*				*	*	*		
Alfaro, 2011					*				
Morales, 2010	*				*			*	
Narro, 2010				*	*				
Sánchez, 2013	*				*				
Bueno, 2011	*	*			*				
Accorsi, 2014	*		*		*				

## 7. DIAGNÓSTICO


Para determinar la metodología del diagnóstico, se realizó un análisis sobre las principales técnicas utilizadas por los diferentes autores del estado del arte (ver cuadro 5); esta información se utilizó como base para definir la herramienta de diagnóstico y, evaluar los procesos logísticos de almacenamiento y despacho de la empresa objetivo.

**Cuadro 5. Herramientas utilizadas para un diagnóstico**

Autor	HERRAMIENTAS DE DIAGNÓSTICO								
	TEMÁTICAS								
	Revisión documental	Mapa de procesos	indicadores	Datos estadísticos	Comparación	Distribución en planta	Capacidad de almacenamiento	Capacidad operativa	Costos
Vidal, 2004		*							*
Gonzales, 2013	*			*	*		*		
Moller, 2011				*				*	*
Figuroa, 2004	*	*	*			*		*	
Berítez, 2004		*					*	*	
Caiza, 2013	*						*	*	*
Cevallos, 2006		*				*	*	*	*
Mosquera, 2012	*	*					*		
Baca, 2009		*		*					
Rodríguez, 2005	*				*			*	*
Álvarez, 1999	*	*			*		*	*	*
Romero, 1997	*			*		*		*	*
Espinoza, 2012	*	*				*		*	*
Van Deb Berg, 1999	*			*		*	*	*	*
Baker, 2008	*			*				*	*
Ruiz, 2014	*	*		*		*	*	*	
Kofjac, 2009	*				*			*	*
Errasti, 2011		*		*				*	*
Correa, 2012	*			*			*	*	
Hernandez, 2011	*				*		*	*	*
Morales, 2010	*	*					*	*	*
Sánchez, 2013		*		*				*	*
Bueno, 2011	*			*		*	*	*	*
Accorsi, 2014	*	*	*	*				*	*

25 de los 35 autores revisados (71%) coinciden en las técnicas utilizadas para evaluar el estado actual de los sistemas, presentando mayor frecuencia en actividades que miden la capacidad operativa de las empresas, costos, capacidad de almacenamiento, mapa de procesos e indicadores. Estas herramientas frecuentes en la revisión bibliográfica son las que permitieron dar un diagnóstico actual de los procesos de almacenamiento y despacho, y encontrar las variables más importantes sobre las cuales aplicar mejoras sustentadas con un modelo de simulación.

**Cuadro 6. Prototipo de documento diagnóstico**

<p align="center"><b>PROTOTIPO DE DOCUMENTO DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS LOGÍSTICOS DE ALMACENAMIENTO Y DESPACHO</b></p> <p align="center"><b>METODOLOGÍA</b></p>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Universidad <b>AUTÓNOMA</b> de Occidente</p> </div> <div style="width: 80%;"> <p>Empresa:      Objetivo                      Sector:                      Salud</p> <p>Fecha:                      25/05/2014</p> </div> </div>	
<b>1</b>	<p><b>Descripción general de la empresa:</b> Se registra la información más importante referente al tipo de empresa, sector de mercado, principales procesos logísticos, restricciones y normatividad.</p>
<b>2</b>	<p><b>Descripción de los procesos logísticos actuales:</b> Descripción general de los procesos logísticos más importantes como: compras, almacenamiento, despacho, entre otros: que intervienen en la gestión de almacenes</p>
<b>3</b>	<p><b>Realizar un diagrama de flujo de las operaciones logísticas:</b> Representar por medio de un diagrama de flujo las actividades logísticas que intervienen en los procesos de almacenamiento y despacho, resaltando las relaciones existentes entre cada uno de los eslabones que conforman estos procesos.</p>
<b>4</b>	<p><b>Representación de los procesos logísticos de almacenamiento y despacho mediante la metodología IDEF0:</b> Con esta metodología se logra identificar las interacciones y los elemento que intervienen en cada actividad como entradas, salidas, restricciones y mecanismos de apoyo entre los procesos logísticos seleccionados en el punto número 2; teniendo en cuenta la definición clara de los ICOM y los niveles de descomposición jerárquico que maneja el IDEF0.</p>
<b>5</b>	<p><b>Capacidad operativa:</b> En este punto se describe la capacidad de almacenamiento como número de bodegas y espacios con los que cuenta la empresa para el flujo de materiales y mercancía (utilizar plano de la empresa para mayor claridad), la capacidad de respuesta de los recursos que se tienen para llevar a cabo los procesos logísticos de almacenamiento y despacho (operarios y equipos).</p>



**Cuadro 6. (Continuación)**

<b>6</b>	<b>Estudio de métodos y tiempos</b> (auxiliar logístico de almacenamiento y despacho): Se identifican cada una de las actividades realizadas por el auxiliar logístico de almacenamiento y despacho, posteriormente se realiza un seguimiento tomando el tiempo de cada actividad, con el fin de identificar las más frecuentes que ocupan mayor parte del tiempo laboral del auxiliar.
<b>7</b>	<b>Resultados encontrados:</b> Se realiza un resumen descriptivo de cada uno de los puntos importantes encontrados en los pasos anteriores, haciendo énfasis en los problemas a mejorar por parte de la empresa objetivo.

## **7.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA**

La empresa objetivo fue fundada en marzo de 1997, inicialmente los objetivos se basaban en crear proyectos de Biotecnología. Pero con el paso de los días y la experiencia recogida crearon una nueva unidad de negocio, dedicada a la distribución de insumos para el área de la salud en general, especialmente reactivos, dispositivos y equipos médicos. Como respuesta a un mercado cada vez más exigente en la industria diagnóstica en el país; la empresa usó como estrategia los conocimientos del sector salud, para identificar las necesidades propias de los laboratorios clínicos, hospitales, IPS, clínicas y centros de investigación, para lograr la capacidad operativa de ofrecerles todos los suministros e insumos para la toma y procesamiento de sus muestras, procedimientos médicos, entre otros, que permitan suplir los requerimientos esperados.

La empresa es de tipo comercial, importa, almacena y distribuye la mercancía. Actualmente cuenta con espacios en las bodegas en la sede principal a los cuales se les llama bodega 1, bodega 2 y bodega de equipos, y dos más localizadas aproximadamente a 500 metros de la sede. La compañía en el manejo de los materiales de diagnóstico médico se rige por las normas del instituto nacional de vigilancia de medicamentos y alimentos INVIMA.

Cuenta con un auxiliar logístico para los procesos de recepción, almacenamiento y despacho de mercancías, además de otras actividades. Además con un departamento comercial encargado de realizar los pronósticos de ventas anuales, un área de comercio internacional encargada de las importaciones y compras

nacionales. Actualmente la empresa se encuentra en expansión de mercado, con una búsqueda constante de clientes dentro y fuera del departamento del Valle del Cauca.

## **7.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS LOGÍSTICOS ACTUALES**

Actualmente la empresa lleva a cabo 3 procesos principales para el desarrollo de las funciones logísticas, estos son: i) compras, ii) almacenamiento y iii) despacho, las cuales son resumidas en un diagrama de flujo (ver figura 6) que representa las relaciones existentes entre cada uno de los eslabones que conforman estos procesos principales.

**7.2.1 Compras.** Este proceso consiste en adquirir bienes y servicios de calidad, en el momento y al precio adecuado, y del proveedor más apropiado.<sup>79</sup> Este proceso en la empresa se puede dividir en: i) nacionales e ii) internacionales. La mayoría de los inconvenientes se presentan con los proveedores internacionales puesto que la negociación con ellos involucra más costos y mayores riesgos no controlables por la empresa.

Mensualmente se realizan comités para determinar las cantidades a pedir a los distintos proveedores, de tal manera que se supla la demanda del mes, pero el proceso de compras se ve afectado cuando el comportamiento del mercado con respecto a las ventas sufre altas fluctuaciones. Es muy usual que la empresa se vea en la obligación de hacer compras extemporáneas y a elevados costos para poder contar con mercancía en las bodegas.

Sabido esto, el proceso de recepción cuenta con al menos dos llegadas grandes al mes, más las pequeñas que sean producto de los pedidos costosos de último momento.

**7.2.2 Almacenamiento.** El proceso como tal se inicia con la llegada de la mercancía a puertas de la empresa, donde los auxiliares del proveedor de transporte empiezan el descargue e ingreso a las bodegas. El operario de la empresa debe de hacer funciones de control al momento del descargue de la mercancía del camión, y también debe indicar a los coteros el lugar dentro de las

---

<sup>79</sup>SALVADOR, Mercado. Las compras. Principios y Aplicaciones. México D.F.: LIMUSA S.A., 1987. p.13.

bodegas en el que se ubicará. En caso de encontrar alguna anomalía a lo largo del proceso, el operario debe notificarlo para tomar las acciones pertinentes.

El proceso de almacenamiento no se encuentra estandarizado en la empresa, es decir, en el momento en que llega mercancía esta se puede almacenar en distintos lugares, según la necesidad del momento. La meta es que cada producto tenga definido un lugar y un espacio, puesto que esto facilitaría el despacho a la hora de realizar el picking.

Las condiciones de almacenamiento actuales no cumplen con los estándares de la norma INVIMA que rige a la empresa puesto que se estiba junto a las paredes, se almacena en el suelo y se mezclan productos nacionales e internacionales en la misma bodega.

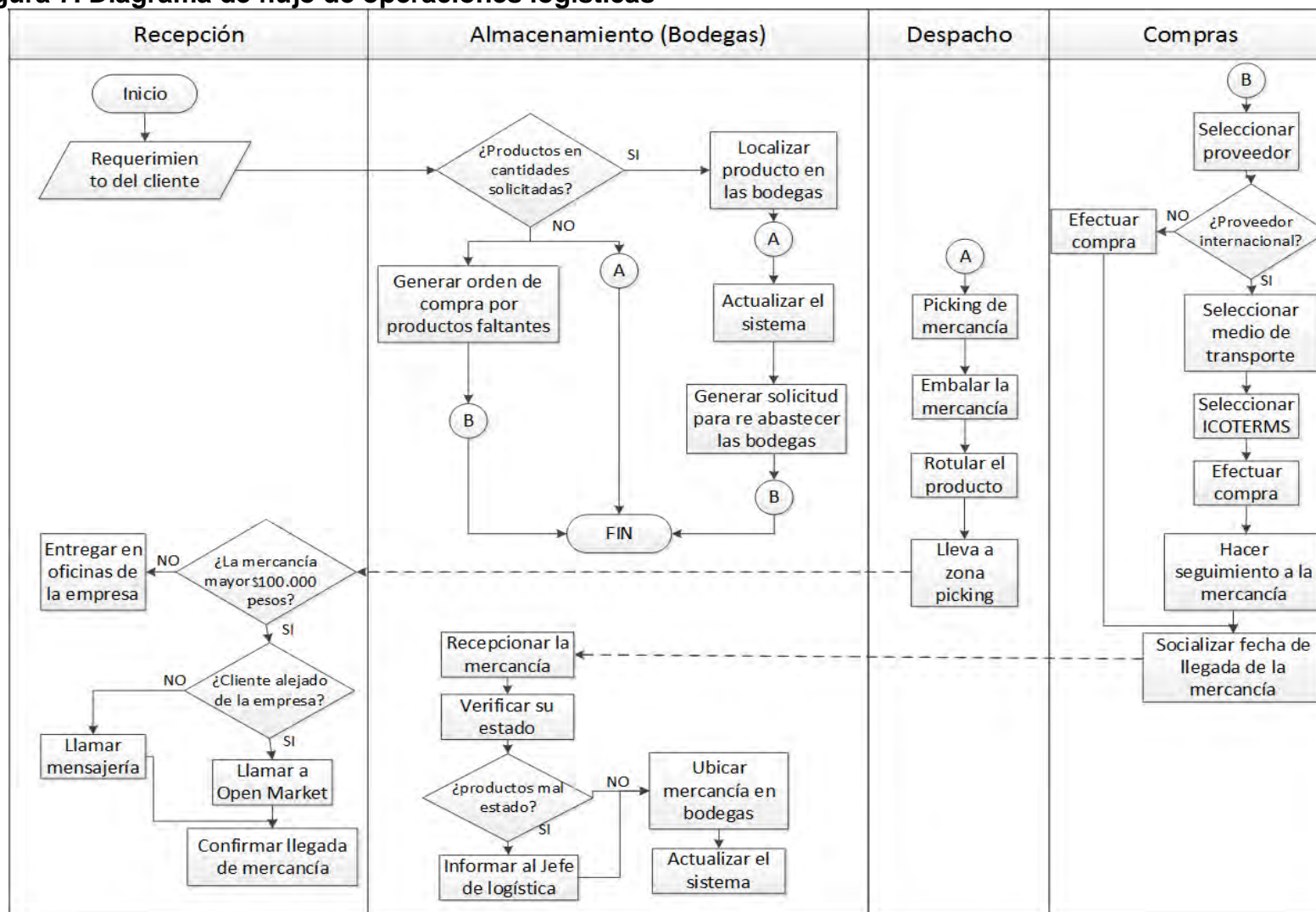
Por norma INVIMA, cada uno de los productos debe de pasar por un área de inspección para verificar el estado de los mismos, pero esto no se hace puesto que el área de inspección es una bodega más. Actualmente se realiza, el operario aduce que inspeccionar cada producto le quita tiempo para llevar a cabo otras tareas.

**7.2.3 Despacho.** El proceso de despacho se inicia con una orden de venta, la cual es recibida por el auxiliar de bodega, quién en el momento de recepción procede a registrar el pedido en el sistema utilizando Excel como herramienta de control. La empresa tiene como política de despachos entregar en la tarde los pedidos que se realizan antes del mediodía (12:00 pm), y los pedidos recibidos en la tarde se dejan para despachar al día siguiente en horas de la mañana. Después de efectuar el registro del pedido, el operario hace una revisión en el inventario y ejecuta el picking, buscando cada uno de los productos solicitados en las diferentes bodegas.

En muchos casos la operación de alistamiento requiere de mucho tiempo debido a la cantidad de productos solicitados, y a la separación existente entre las bodegas ya que la empresa tiene productos almacenados en la sede principal y en otras bodegas situadas a varios minutos fuera de las instalaciones de la empresa. Después de este proceso se rotula la orden y se ingresa en el sistema Datax (software interno de manejo de información) para facturar. En caso de presentarse un faltante por rotura del inventario, se agrega al informe el hecho y se reporta al jefe compras para pedido prioritario a proveedores.

Una vez se ha facturado, se espera la llegada del operador logístico de transporte para que entregue la mercancía a su destino final. Aquí se corren riesgos en algunas ocasiones puesto que la mercancía espera por tiempos de entre 2 y 3 horas a que llegue el operador logístico, y queda expuesta a condiciones de temperatura que podrían dañar su contenido y ocasionar grandes pérdidas a la empresa.

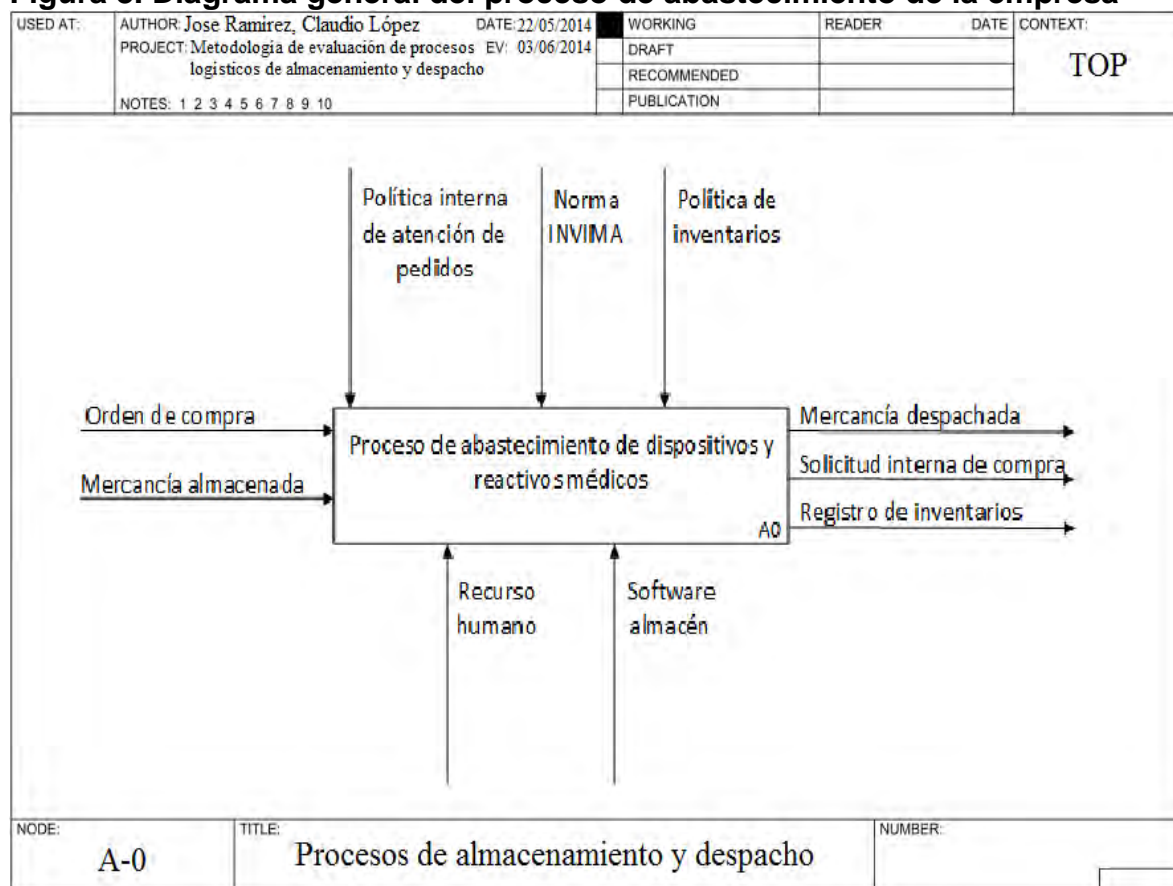
**Figura 7. Diagrama de flujo de operaciones logísticas**



### 7.3 REPRESENTACIÓN DE LOS PROCESOS LOGÍSTICOS DE ALMACENAMIENTO Y DESPACHO MEDIANTE LA METODOLOGÍA IDEF0

El modelado de los procesos mediante esta metodología tiene como objetivo representar las operaciones logísticas de compra, almacenamiento y despacho. Esto permite analizar no sólo la interacción entre ellos, sino también con los elementos que interviene cada proceso: i) entradas, ii) salidas, iii) restricciones y, iv) mecanismos de apoyo (ver figura 7).

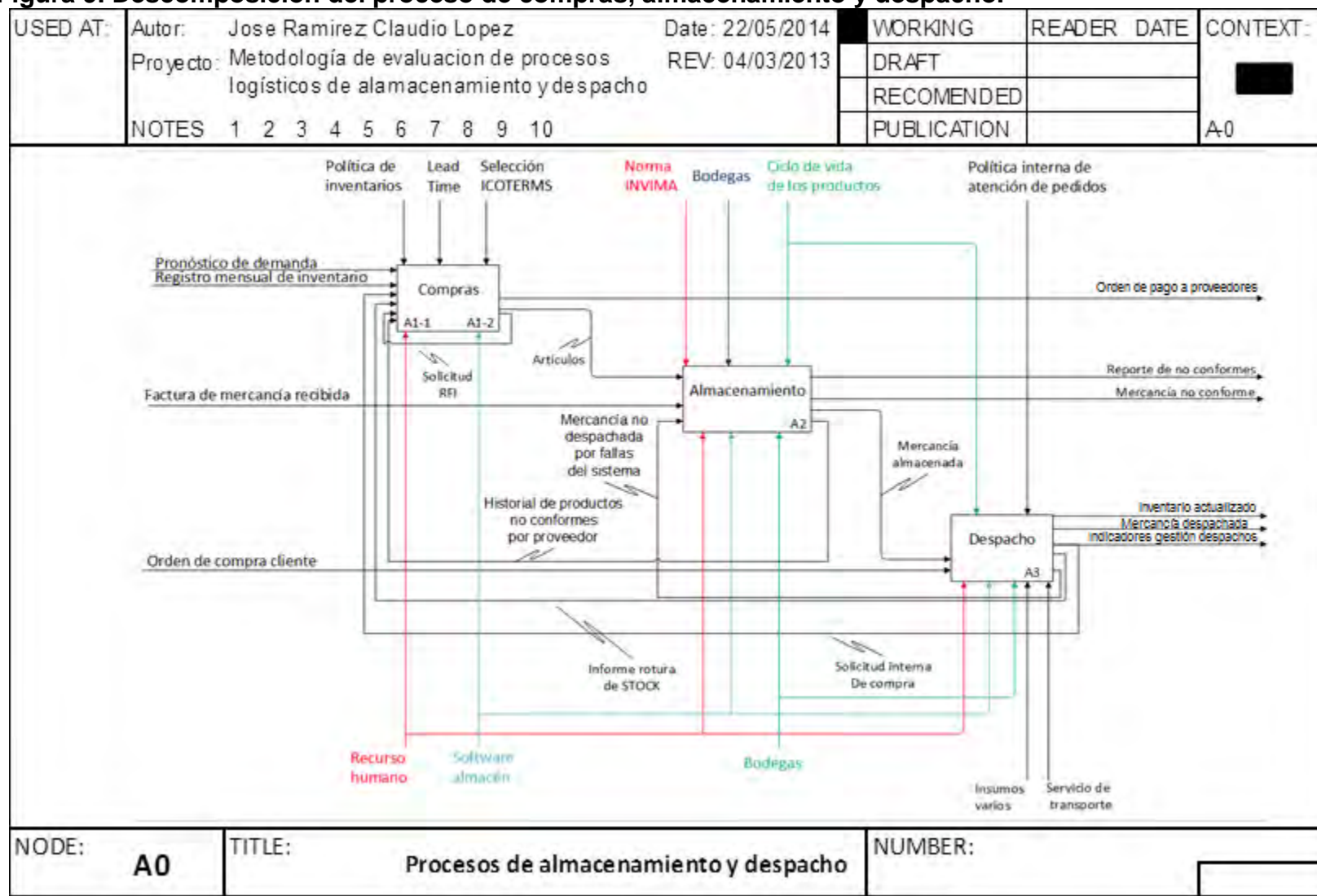
**Figura 8. Diagrama general del proceso de abastecimiento de la empresa**



**7.3.1 Descomposición de primer nivel.** El presente modelo busca representar el proceso logístico de abastecimiento desde que la mercancía se encuentra en el proveedor hasta que llega al cliente, por lo cual se definen tres etapas de la siguiente manera.

- Compras: Clasificándose estas en: i) internacionales, donde se hace referencia a toda importación que hace la empresa, por lo cual son críticas desde el punto de vista económico puesto que hay una relación directamente proporcional entre los sobrecostos y los días que la mercancía se encuentre en tránsito; y ii) nacionales, las cuales se caracterizan porque los sobrecostos son menores y la variedad de proveedores es más amplia.
- Almacenamiento: Una vez se ha comprado la mercancía (nacional o internacional) se debe verificar su estado de llegada y reportar al jefe de logística en caso de encontrar no conformidades. Luego se debe ubicar la mercancía, y por último actualizar el inventario en el sistema del almacén.
- Despacho: Aquí se llevan a cabo todas las actividades necesarias para entregar el producto al cliente en fecha y cantidades requeridas. Una vez despachada la mercancía se debe actualizar el inventario en el software del almacén. En esta estructura (Ver figura 8) se pueden apreciar los elementos que intervienen en cada proceso y que se describen en cuadro 6.

**Figura 9. Descomposición del proceso de compras, almacenamiento y despacho.**



NODE: **A0**

TITLE: **Procesos de almacenamiento y despacho**

NUMBER:



La definición de las entradas, salidas, restricciones y mecanismos que intervienen en los procesos de almacenamiento y despacho de la empresa objetivo fueron identificados con base en las políticas de la empresa y de acuerdo a la normatividad del INVIMA sobre el manejo de reactivos, equipos y dispositivos médicos (ver cuadro 7).

**Cuadro 7. Definición y clasificación de los elementos ICOM**

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	I	C	O	M
Orden de compra de cliente	Documento donde el cliente especifica los productos requeridos.	X			
Solicitud Interna de compra	Documento donde el auxiliar de bodega solicita a compras cierta cantidad de productos requeridos para reabastecer las bodegas.	X		X	
Pronóstico de demanda	Documento donde se especifican las ventas esperadas por cada producto.	X			
Registro mensual de inventario	Documento donde se especifican las cantidades de existentes de cada producto a final de cada mes.	X		X	
Políticas internas de atención de pedidos	Política institucional que define: i)pedido que se recibe en la mañana, se despacha en la tarde inmediata, y ii)pedido que se recibe en la tarde se despacha en la mañana siguiente.		X		
Norma INVIMA	Norma que establece las condiciones que deben de tener las bodegas en las cuales se almacenen dispositivos y reactivos médicos.		X		
Políticas de inventario	Política institucional que define: Se debe de mantener inventario para dos meses.		X		
Lead time proveedor	Tiempo que demora cada proveedor en poner la mercancía en el puerto o directamente en la empresa (Según ICOTERMS)		X		
Selección ICOTERMS	Decisión que toma el jefe de compras a la hora de establecer el tipo de negociación con los proveedores internacionales.		X		
Software almacén	Herramienta en donde se registran todos los movimientos de mercancía que se llevan a cabo en el almacén.				X
Recurso humano	Es todo el personal que labora en la empresa y que tiene influencia sobre el abastecimiento de productos a los clientes.				X
Necesidades de compra	Consolidado de los productos que se requieren comprar para abastecer las bodegas.	X		X	
Bodegas	Es el espacio con el que cuenta la empresa para almacenar sus productos, y que deben de cumplir con condiciones técnicas específicas.		X		X

**Cuadro 7. (Continuación)**

Factura de pedido despachado	Esta factura la arroja el sistema una vez que se va a despachar un pedido. Contiene las cantidades despachadas y su equivalente en dinero.			X	
Factura de mercancía recibida	Esta factura se recibe junto con la mercancía entregada por los proveedores. Se vuelve una cuenta por pagar.	X			
Servicio de transporte	Es aquel servicio subcontratado que permite a la empresa llevar los productos a los clientes.				X
Costos de importación	Son aquellos costos que por la naturaleza del proceso de importación tienden a ser elevados y cuyo control debe de ser alto		X		
Indicadores de gestión de despacho	Son aquellos que miden el porcentaje de pedidos atendidos de manera perfecta.			X	
Mercancía despachada	Es aquella que ya fue embalada, rotulada y se ha entregado al proveedor de transporte.			X	
Reporte de no conformes	Es aquel reporte en donde se comunica al jefe de logística la existencia de productos no conformes dentro de los recibidos.			X	
Insumos varios	Son aquellos utilizados para el proceso de despacho (Tijeras, cintas, bolsas, neveras, pilas refrigerantes, rótulos)				X
Mercancía almacenada	Es aquella que pasó el proceso de inspección y que fue ubicada en las bodegas	X		X	
Mercancía no conforme	Es aquella mercancía que llega a la empresa, y que llega dañada o con características no especificadas.			X	
Inventario actualizado	Es aquel inventario que resulta tras ingresar o retirar mercancía.	X		X	
Ciclo de vida de los productos	Entendida como la fecha de vencimiento de cada producto, que busca garantizar el FIFO de la mercancía.		X		
Mercancía disponible	Es la mercancía máxima que se dispone de un producto para atender un pedido	X			
Informe de rotura de STOCK	Informe que se hace al jefe de logística en caso de que exista rotura de stock en algún producto e impida el cumplimiento de un pedido.	X		X	
Orden de compra a proveedor	Documento donde se le relaciona al proveedor los productos que se le van a comprar	X		X	
Orden de pago a proveedores	Documento aprobado por el Gerente para la realización del pago a los proveedores			X	

**Cuadro 7. (Continuación)**

Solicitud de RFI	Solicitud de información relacionada con el proveedor	X		X	
Solicitud de RFQ	Solicitud de cotización al proveedor	X		X	

### **7.3.2 Nivel de descomposición de compras (A1)**

Dado que la empresa estudiada es de carácter comercial, es decir, compra y vende, se puede afirmar que el área de compras es fundamental para lograr el abastecimiento a los clientes. Esta área debe de garantizar que la empresa cuente con stock de los productos en cantidades suficientes para cubrir la demanda y en tiempos oportunos para cumplir con las expectativas de los clientes. El macro proceso de compras de la empresa se divide en dos: i) internacionales y, ii) nacionales.

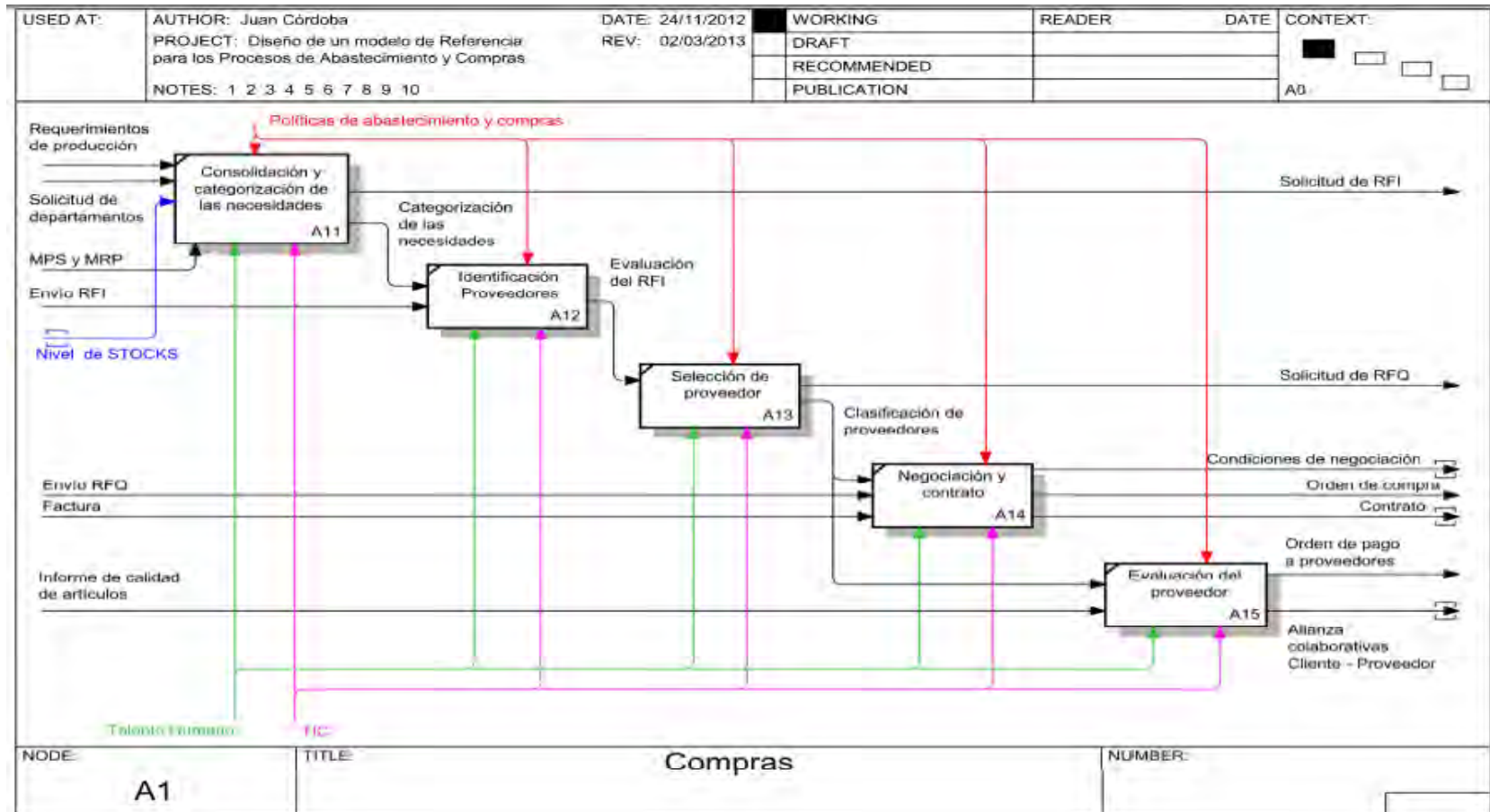
El proceso de compras es aquel que se encarga de la identificación, selección y evaluación de los suministradores, su función principal es la coordinación de las órdenes de compra de la empresa y sus diferentes proveedores<sup>80</sup>. Este proceso está compuesto por las actividades de evaluación de necesidades, identificación y selección de proveedores, generar la orden de pago y efectuar el pago.

En la figura 9 se muestra la descomposición de la operación de almacenamiento con sus respectivas entradas, salidas, recursos y restricciones.

---

<sup>80</sup>CÓRDOBA MAÑUZCA, Juan José. Diseño de un modelo de referencia para el macro-proceso de abastecimiento y compras. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente. Departamento de operaciones y sistemas, 2013. 117 p.

**Figura 10. Descomposición del proceso de compras**

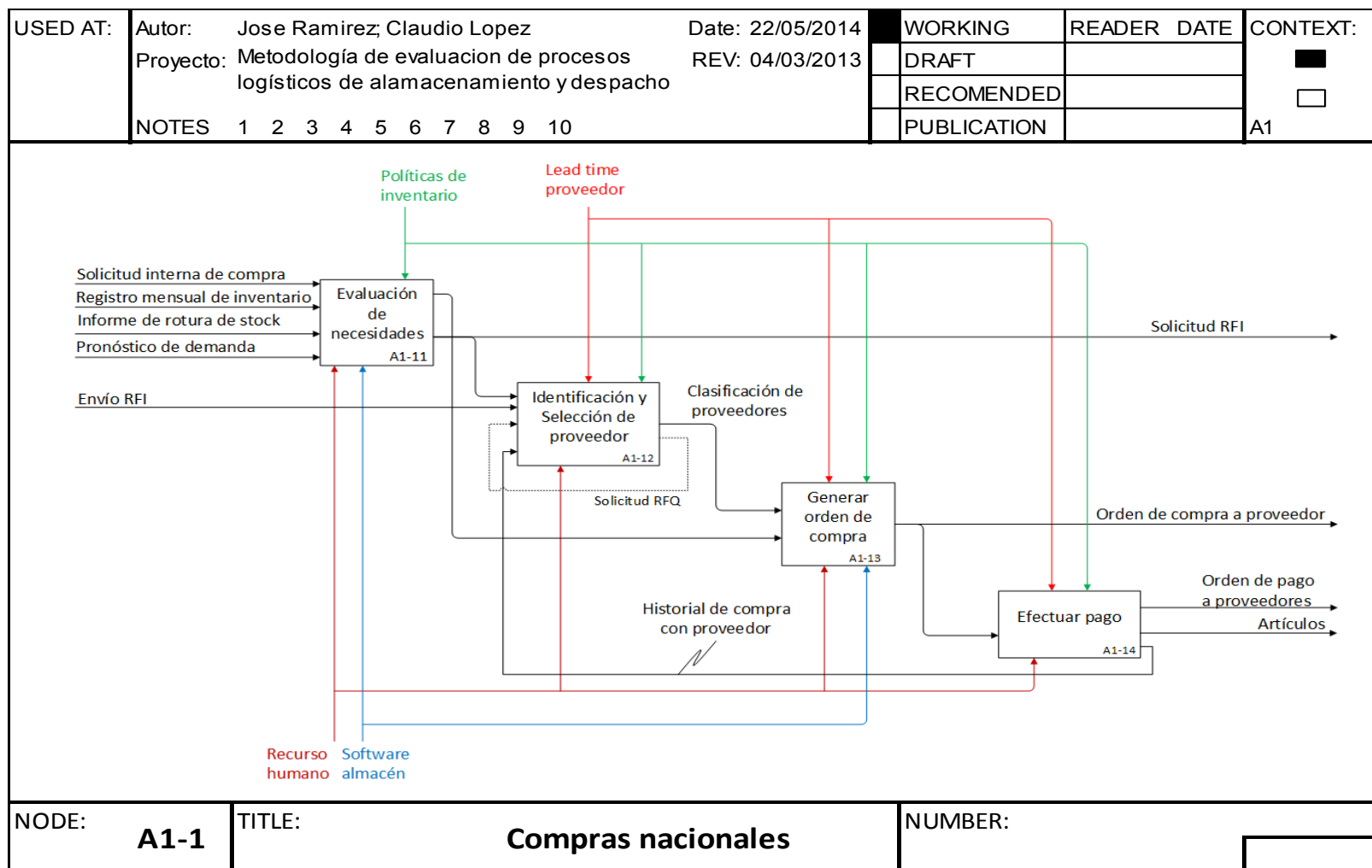


**FUENTE:** CÓRDOBA MAÑUZCA, Juan José. Diseño de un modelo de referencia para el macro-proceso de abastecimiento y compras. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente. Departamento de operaciones y sistemas, 2013. 99 p.

### **7.3.2.1 Nivel de descomposición de compras nacionales (A1-1)**

- Evaluación de necesidades: En esta primera parte del proceso se evalúa la cantidad de cada producto que se requiere comprar, para lo que se realiza un comité de compras mensual. En caso de que exista la necesidad de comprar productos por rotura de stock, se hace un comité extraordinario.
- Identificación y selección de proveedores: La empresa maneja un gran proveedor de productos nacionales que mensualmente abastece la bodega destinada a estos productos, pero en caso de rotura de stock o de un incremento no esperado en la demanda, es necesario identificar los potenciales proveedores que puedan solventar estas necesidades sin generar un alto sobre costo.
- Generar orden de compra: En esta actividad se relacionan los productos que se requieren con las respectivas cantidades.
- Efectuar pago: Aquí le corresponde al gerente dar el aval para desembolsar dinero al proveedor y efectuar la compra.

**Figura 11. Descomposición del proceso de compras nacionales.**

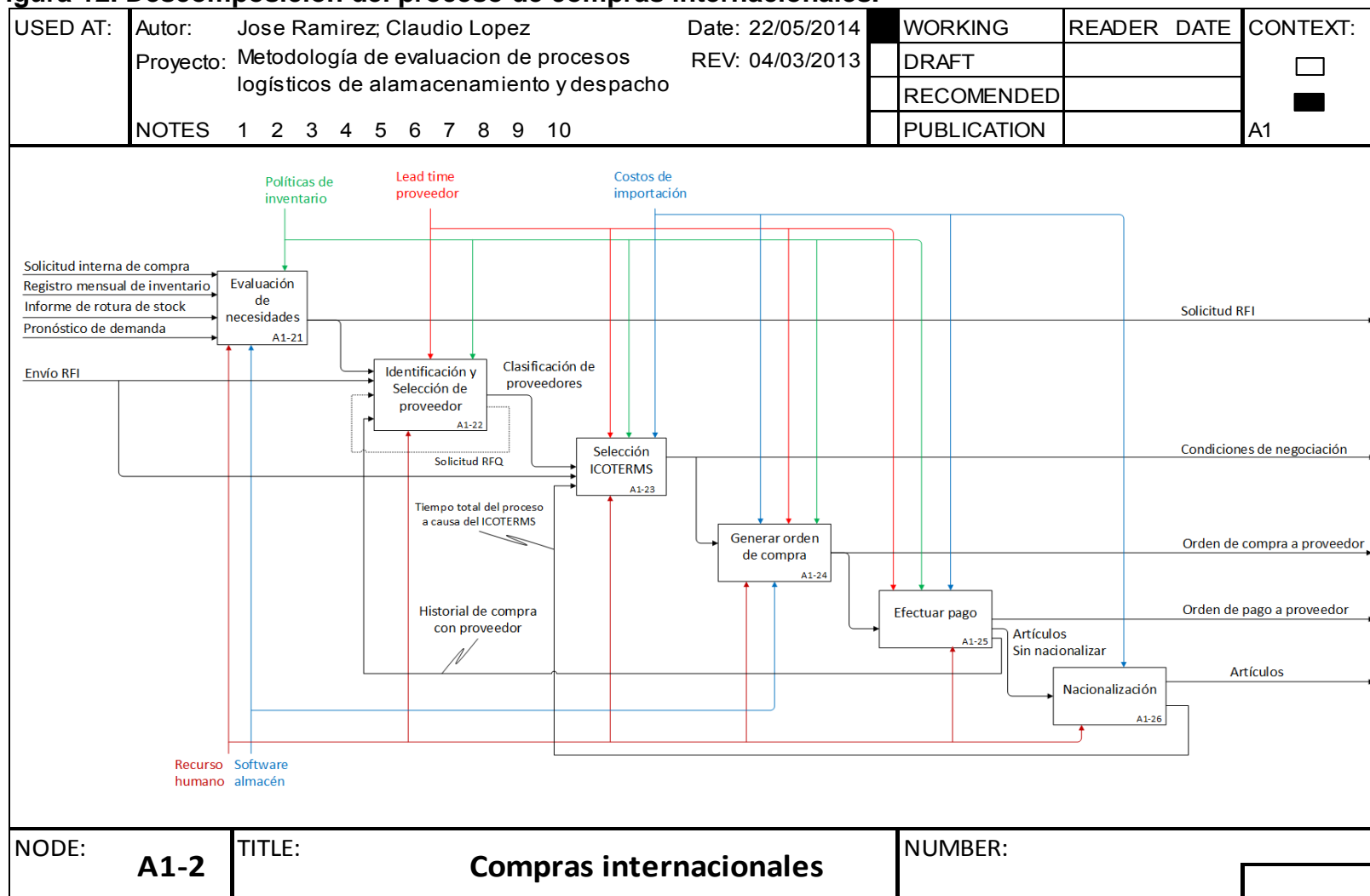


**7.3.2.2 Nivel de descomposición de compras internacionales (A1-2).** Las compras internacionales son las de mayor cuidado puesto que los costos y sobrecostos asociados pueden llegar a ser muy elevados, lo cual no es conveniente para el margen de utilidad de las ventas. Estas importaciones son de dos tipos: i) aéreas, las cuales son de alto costo y se suelen pedir cuando se requiere un producto con suma urgencia, y ii) marítimas, las cuales son las más recomendadas puesto que entre más cantidad se pida se reduce el costo de importación.

Este proceso está compuesto por las actividades de evaluación de necesidades, identificación y selección de proveedores, selección de ICOTERMS, generar la orden de pago, efectuar el pago y nacionalización de la mercancía.

- Evaluación de necesidades: Aplica el mismo principio que para las compras nacionales.
- Identificación y selección de proveedores: Aquí el proceso de selección de nuevos proveedores es más riguroso dada la complejidad que conlleva traer mercancía de otros continentes. La empresa cuenta con proveedores con los que ha venido trabajando tiempo atrás, pero está en constante búsqueda de nuevas opciones que oferten a costos distintos.
- Selección de ICOTERMS: Aquí se definen los términos de negociación con los proveedores, definiendo principalmente el alcance de las responsabilidades de cada uno (empresa y proveedor).
- Generar orden de compra: Aplica el mismo principio que para las compras nacionales.
- Efectuar pago: Aplica el mismo principio que para las compras nacionales.
- Nacionalización de la mercancía: Antes de que la mercancía llegue a puertas de la empresa, esta debe de ser nacionalizada. El costo total de la importación se ve afectado negativamente cuando este proceso de nacionalización dura más tiempo de lo esperado y la mercancía esté almacenada en bodegas ajenas a las de la empresa. Es responsabilidad del jefe de compras e importaciones estar al tanto de este proceso y hacer todo lo que esté a su alcance para que no se presenten demoras ni sobrecostos.

**Figura 12. Descomposición del proceso de compras internacionales.**





### 7.3.3 Nivel de descomposición de almacenamiento (A2)

El almacenamiento se define como la disposición que se le da a los materiales (materias primas, insumos, repuestos y productos en general) en un lugar llamado almacén.<sup>81</sup> Este proceso está compuesto por las actividades de recepción e inspección, clasificación y ubicación de la mercancía, e ingreso al sistema

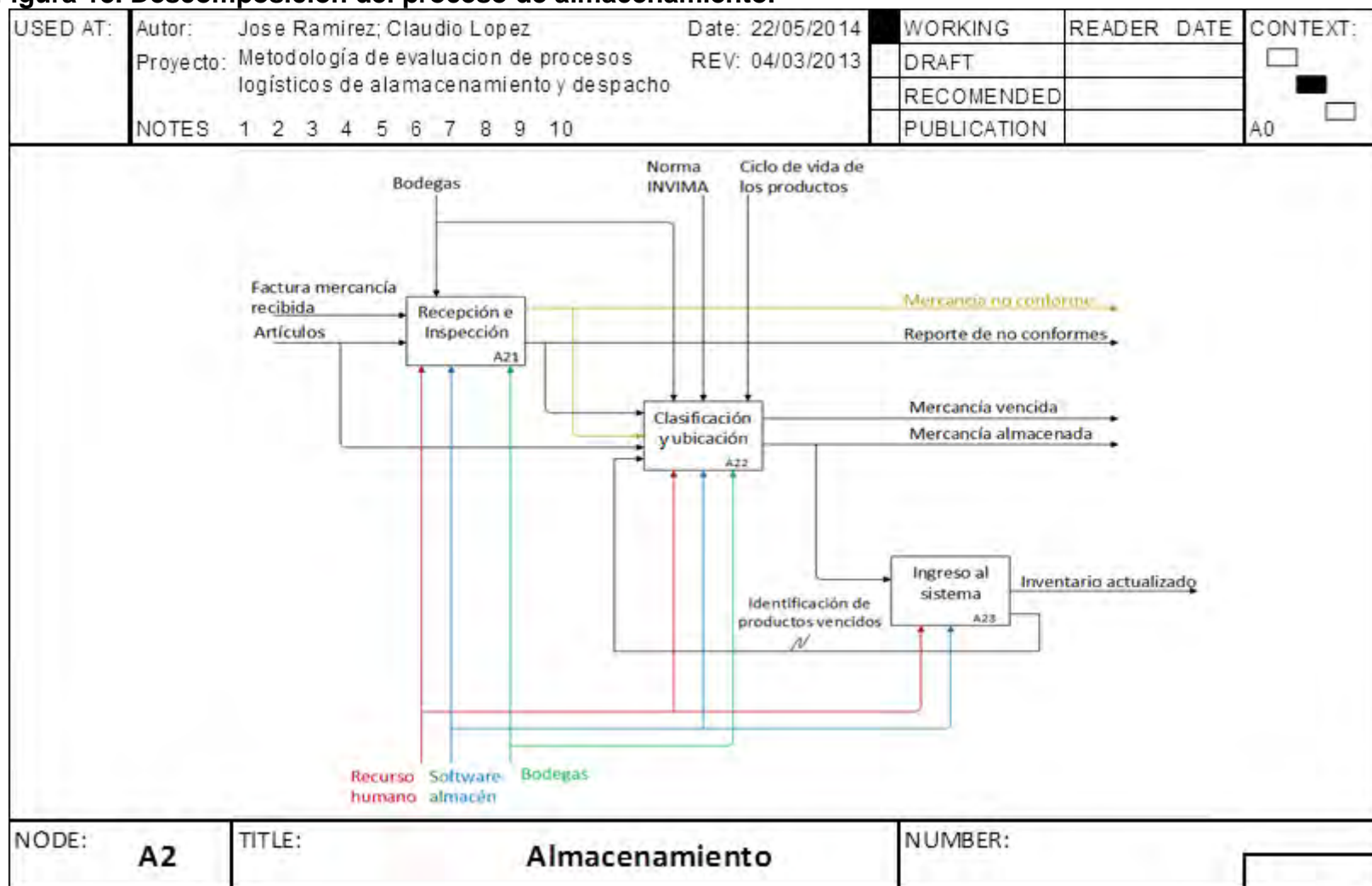
- Recepción e inspección: Esta actividad comprende el descargue de la mercancía y el análisis del estado en el que llega para garantizar la conformidad del producto.
- Clasificación y ubicación de la mercancía: Aquí se ubica la mercancía en las diferentes bodegas dependiendo del tipo de producto que se está descargando. Aunque no se tienen lugares estandarizados, se almacena por grupos de productos siempre y cuando el espacio lo permita.
- Ingreso al sistema: Luego que todos los productos están ubicados en las bodegas, el auxiliar debe ingresar cada producto en el sistema para actualizar el inventario digital de la empresa.

En la figura 12 se muestra la descomposición de la operación de almacenamiento con sus respectivas entradas, salidas, recursos y restricciones.

---

<sup>81</sup> ARRIETA POSADA, Juan Gregorio. Aspectos a considerar para una buena gestión de almacenes de las empresas (centros de distribución, CEDIS). Journal of Economics, Finance and Administrative Science [en línea]. Junio 2011, Vol. 16, no. 30 [citado el 22 de febrero de 2014], pp 193 – 225 .Disponible en internet:< [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-18862011000100007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-18862011000100007&script=sci_arttext)>

**Figura 13. Descomposición del proceso de almacenamiento.**



#### 7.3.4 Nivel de descomposición de despacho (A3)

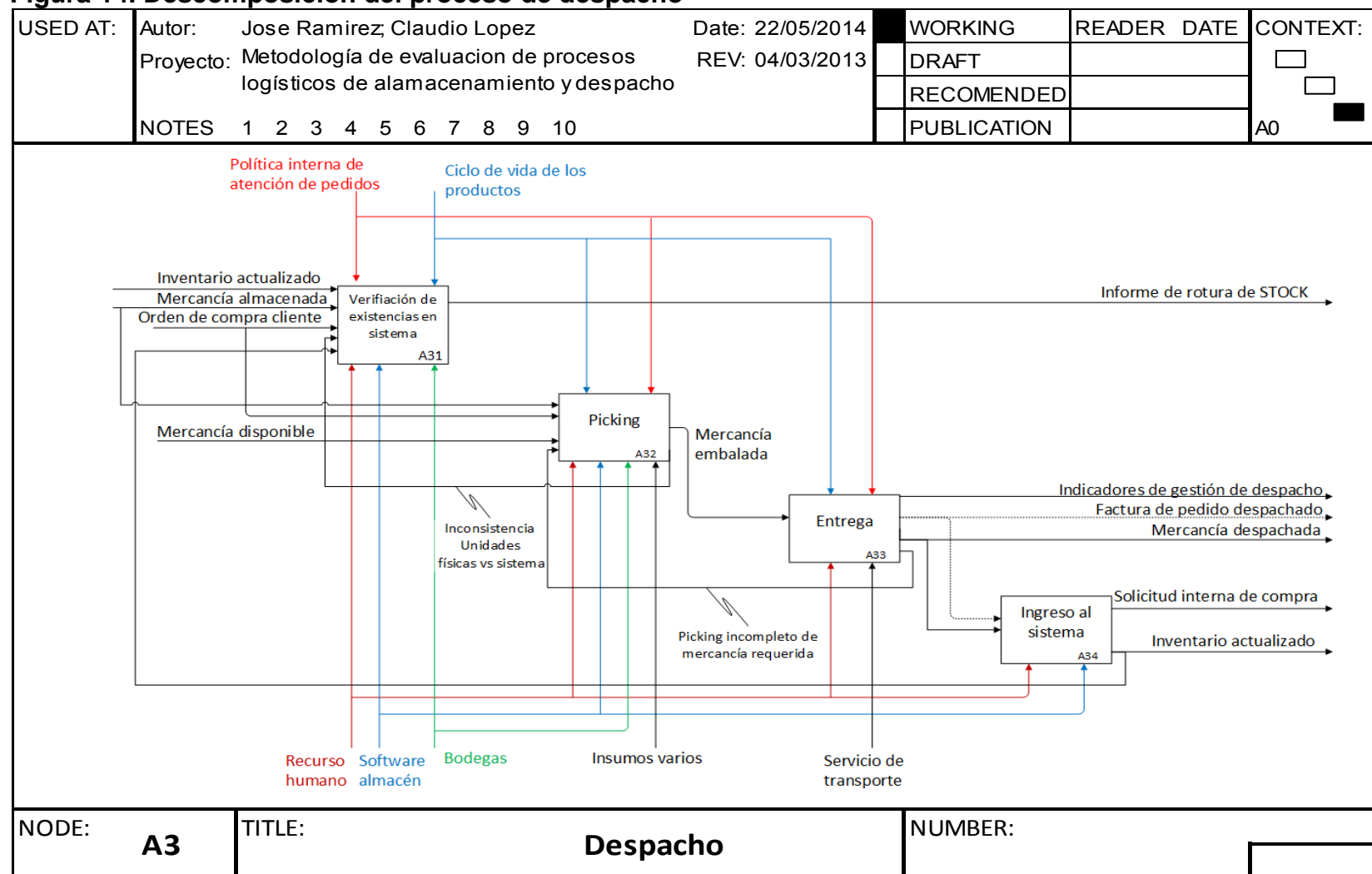
El despacho es uno de los procesos de mayor valor de la empresa, puesto que aquí se da cumplimiento al cliente de entregar el producto requerido en cantidades y tiempos establecidos. Este proceso está compuesto por las actividades de verificación de existencias, picking, entrega e ingreso al sistema de las unidades despachadas.

El despacho es una de las actividades claves dentro los procesos logísticos de la empresa, ya que es el encargado de cumplir con las políticas establecidas para cumplir con el lead time ofrecido a los clientes. Además este procedimiento ocupa la mayor cantidad el tiempo del auxiliar de bodega con el que cuenta la organización. El despacho se descompone en:

- Verificación de existencias: En esta actividad se verifica en cada una de las bodegas de almacenamiento la existencia de los productos requeridos por el cliente para proceder al proceso siguiente, el alistamiento.
- Picking: Aquí se procede a la localización, levante, rotulación y embalaje de la mercancía que va a ser despachada, ubicando los productos en un solo sitio establecido por la empresa para esa operación.
- Entrega: En esta actividad se programa con el cliente dependiendo del valor de la factura el método de entrega de mercancía (ver figura 6).
- Ingreso al sistema: Luego que el pedido ha sido entregado, el auxiliar debe actualizar el inventario en el sistema, y posteriormente informar a la asesora comercial sobre la entrega del producto al cliente.

En la figura 13 se muestra la descomposición de la operación de despacho con sus respectivas entradas, salidas, recursos y restricciones.

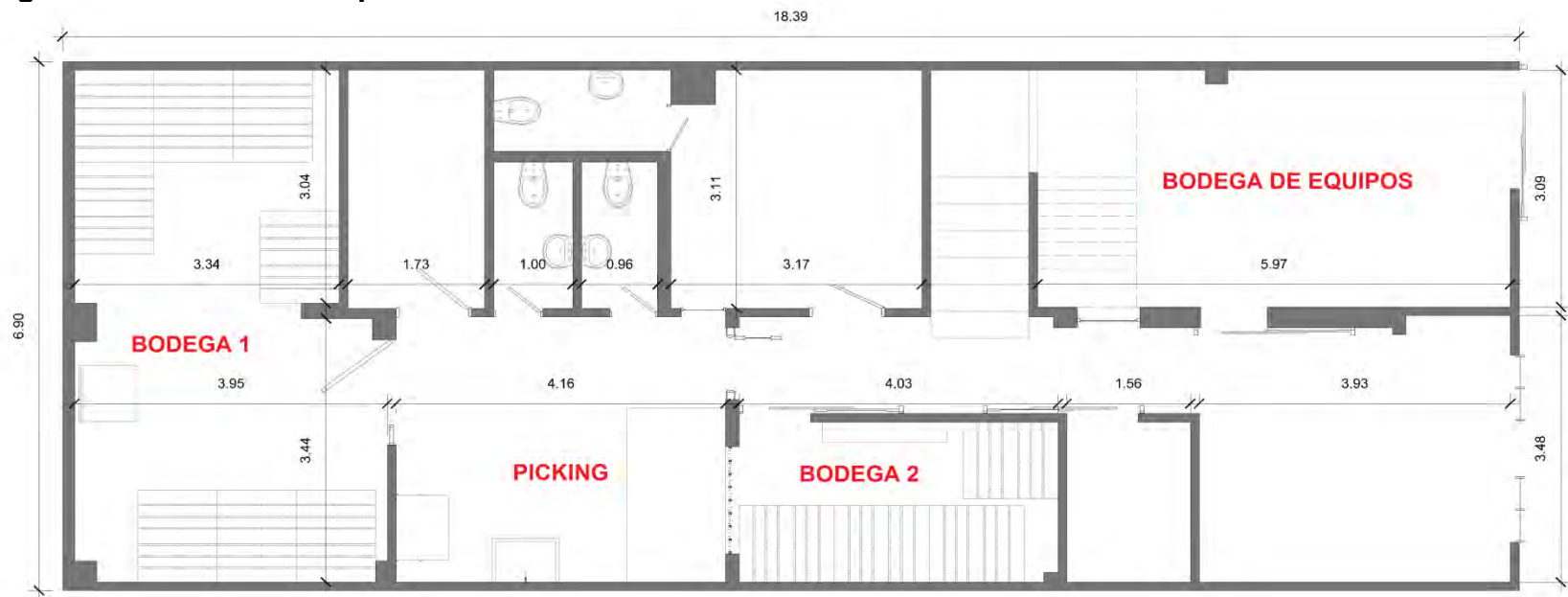
**Figura 14. Descomposición del proceso de despacho**



## 7.4 CAPACIDAD OPERATIVA

Dentro de la empresa se cuenta actualmente con dos bodegas (1 y 2) habilitadas para el almacenamiento de reactivos y dispositivos médicos; y una para los equipos médicos (Ver figura 14).

Figura 15. Plano de la empresa



Escala: 1,90

Además de las bodegas 1 y 2 la empresa cuenta con dos más ubicadas en una locación fuera de la empresa\*. En estas se almacenan los productos nacionales, reactivos y dispositivos médicos.

#### 7.4.1 Capacidad de almacenamiento

“Se define como el número de unidades físicas de almacenamiento que es capaz de albergar una bodega dentro de las propias instalaciones<sup>82</sup>”. Es necesario determinar las medidas del área y volumen de las bodegas así como las unidades de almacenamiento, para poder calcular la capacidad de almacenamiento de las instalaciones (ver cuadro 8). Esta capacidad es un factor importante a tener en cuenta, puesto que, la empresa afronta un proceso de crecimiento, y por ende es necesario conocer si el espacio actual disponible es suficiente para soportar el incremento de las ventas pronosticadas para el 2015.

La bodega de equipos también se utiliza para almacenar dispositivos de muestras de orina y sólo se tendrá en cuenta para la rotación de estos productos porque la rotación de equipos es de un equipo cada tres meses aproximadamente. El estudio se centra en las 5 bodegas que se cuentan para el almacenamiento de productos nacionales, reactivos y equipos médicos; donde se tienen en total 28 estibas (Ver cuadro 8). La ubicación de las bodegas dentro de la empresa se puede ver en el plano (ver figura 14).

**Cuadro 8. Área y número de estibas de cada bodega.**

Bodega	Metros Cuadrados	Estibas
Bodega 1	23,92	8,00
Bodega 2	8,20	4,00
Bodega Equipos	18,44	3,00
Bodega alterna 1	15,23	7,00
Bodega alterna 2	24,06	6,00

<sup>82</sup> GONZÁLEZ GAITÁN, Henry Helí. Gestión básica de almacenamiento [diapositivas]. México: 2007, 10 diapositivas.

(\*) Por temas de confidencialidad no se puede revelar la ubicación exacta.

De acuerdo a las reglas generales de almacenamiento, del INVIMA; el espacio verdaderamente útil de cada bodega tiende a disminuir puesto que i) no se deben pegar estibas entre sí, ii) no se debe pegar producto contra la pared, y iii) se deben respetar los espacios destinados a pasillos para facilitar la ejecución de las operaciones.

Las bodegas cuentan con poca disponibilidad de espacio de cara a un crecimiento proyectado de las ventas por parte de la gerencia, el cual se estima sea del 10% para julio de 2014 (ver cuadro 9).

**Cuadro 9. Área ocupada y disponible.**

<b>Bodega</b>	<b>Metros Cuadrados Actuales</b>	<b>Metros Cuadrados ocupados</b>	<b>Metros Cuadrados disponibles</b>
Bodega 1	23,92	23,50	0,42
Bodega 2	8,20	7,81	0,39
Bodega Equipos	18,44	17,23	1,21
Bodega alterna 1	15,23	15,00	0,23
Bodega alterna 2	24,06	21,03	3,03

Se puede observar que las bodegas ubicadas en la sede principal de la empresa (1 Y 2) ya se encuentran saturadas, y por esto se recurrió a almacenar en espacios no aptos para esta función. Por otra parte, la bodega de equipos está saturada de material de embalaje y mal distribuida por lo cual se refleja muy poco espacio disponible para almacenar producto. En las bodegas alternas, se observó que solo la bodega alterna 2, en donde se ubican los productos nacionales, cuenta con espacio para ubicar otra estiba.

#### **7.4.2 Capacidad operativa del auxiliar de bodega**

La empresa cuenta con un auxiliar de bodega quien se encarga de la manipulación de la mercancía en los procesos logísticos de almacenamiento y despacho. Además de cumplir con estas operaciones, el operario tiene que cumplir con otras funciones que garantizan el flujo de mercancía en la empresa

como: facturación, reportes de ventas, manejo de archivos e inventarios entre otros (ver cuadro 10).

**Cuadro 10. Descripción del cargo del auxiliar logístico de almacenamiento y despacho.**

<b>DESCRIPCIÓN DE CARGO</b>	
<b>NOMBRE DEL CARGO:</b>	Auxiliar de bodega
<b>DEPARTAMENTO:</b>	Abastecimiento
<b>SECCIÓN:</b>	Logística
<b>SUPERVISADO POR:</b>	Jefe de logística y abastecimiento
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CARGO</b>	
Encargado de llevar control y registro de las actividades de recepción, almacenamiento, consolidación y despachos. Reportar al Jefe de abastecimiento los indicadores de desempeño de horas-hombre, cumplimiento de despachos, tiempo de entrega y cumplimiento del presupuesto. Supervisar y gestionar el cumplimiento de los procedimientos operativos en las actividades cotidianas.	
<b>DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carga y descarga de la mercancía de los clientes y proveedores.</li> <li>- Alistamiento de los pedidos.</li> <li>- Reportar y separar las mercancías averiadas para devolución.</li> <li>- Almacenar en el lugar asignado la mercancía de cada uno de los proveedores.</li> <li>- Conservar limpias las bodegas.</li> <li>- Controlar el cumplimiento de los procedimientos operativos en las actividades de la bodega.</li> <li>- Reportar al Jefe de Logística los indicadores de gestión de la bodega y posibles mejoras en los procesos.</li> <li>- Controlar los gastos de transporte.</li> <li>- Entrega de facturas de compra al departamento contable.</li> </ul>	

#### **7.4.2.1 Estudio de métodos y tiempos**

Para determinar la eficiencia de las operaciones logísticas, y la capacidad de atención a pedidos por parte del auxiliar de bodega en las áreas de almacenamiento y despacho se recurrió a un estudio de métodos y tiempos. Se inició con la clasificación de cada una de las actividades que realiza normalmente en los días de trabajo; posteriormente se tomaron como referencia 20 días laborales y una jornada de 8 horas diarias, para el seguimiento y toma de tiempos de cada una de las actividades clasificadas inicialmente.



Con el análisis de tiempos se determinaron las actividades en las que el auxiliar logístico emplea la mayor parte del tiempo laboral, ya que en el cargo como tal se encontró un gran número de operaciones a realizar por el operario, pero de acuerdo a la frecuencia que presentó cada actividad se decidió trabajar sobre las actividades más relevantes y repetitivas, mismas, que son la base que conforman el modelo de simulación de los procesos logísticos de almacenamiento y despacho de la empresa objetivo (Ver cuadro11).

Las actividades del cuadro 11 están medidas con base en los 20 días en los cuales se realizó el estudio de tiempos, el porcentaje indicado muestra la frecuencia de las actividades más repetitivas por parte del auxiliar logístico en los días laborales y suman el 70% del tiempo medido. El otro porcentaje 30% se reparte en otra serie de procedimientos que no son tomados en cuenta ya que no representan actividades críticas en los días laborales del auxiliar.

**Cuadro 11. Actividades de mayor frecuencia**

<b>ACTIVIDADES</b>		
A	Descargue de la mercancía	3%
B	Inspección de mercancía	3%
C	Ingreso y almacenamiento	4%
D	Alistar mercancía a despachar (Picking) hasta \$100.000	2%
E	Alistar mercancía a despachar (Picking) \$100.000 - \$500.000	3%
F	Alistar mercancía a despachar (Picking) \$500.000 - \$1.000.000	2%
G	Alistar mercancía a despachar (Picking) \$1.000.000 - \$5.000.000	4%
H	Alistar mercancía a despachar (Picking) \$10.000.000 - \$30.000.000	10%
I	Alistar mercancía a despachar (Picking) \$30.000.000 - \$100.000.000	4%
J	Embalaje	3%
K	Rotulado	2%
L	Generar factura al cliente	5%
M	Transporte entre sedes	7%
N	Archivo de documentos (remisiones, facturas)	1%
O	Facturación de remisiones	1%
P	Tiempos muertos	13%
Q	Empaque de pruebas rápidas	3%
<b>TOTAL</b>		<b>70%</b>

#### **7.4.2.2 Resultados encontrados**

Como resultado del i) análisis de los diagramas realizados para el diagnóstico del estado actual de los procesos logísticos de almacenamiento y despacho, ii) el estudio de métodos y tiempos, y iii) con ayuda de entrevistas a trabajadores de la empresa objetivo, se encontraron los siguientes resultados:

**1. El software para el manejo de información interna**, presenta fallas constantemente 17 de cada 20 días laborales aproximadamente, y causa un desbalance de información reflejado en las cantidades de productos que maneja la empresa. A su vez, hace difícil llevar a cabo las operaciones relacionadas con la facturación, lo que ha generado Ineficiencia en el despacho de mercancía.

**2. En las bodegas no se cumple con lo que exige la norma INVIMA**, ya que se encontraron productos en contacto con paredes, almacenados en el suelo, en pilas mayores a las especificadas por el fabricante para determinado tipo de productos. Se mezcla mercancía importada con la de origen nacional lo cual no es permitido por la normatividad; todos estos procedimientos inadecuados de almacenamiento generan:

- Pérdida de certificados de almacenamiento
- Sobrecostos por producto dañado
- Pérdida de calidad de almacén

**3. Control de inventarios inadecuado**, ya que se encontró una diferencia considerable entre los productos físicos almacenados en las bodegas y el inventario en el sistema, se evidenció que el proceso de toma de inventarios se hacía de forma inadecuada por parte del auxiliar de bodega, pues al momento de iniciar el conteo físico de productos no ordenaba las bodegas y se quedaban unidades sin incluir. A causa de este proceso se ha presentado en la empresa:

- Rotura de stock, incumplimiento en cantidades ofrecidas a los clientes
- Productos vencidos
- Diferencias en las cantidades en el sistema versus cantidades en bodega
- No se ha definido un inventario de seguridad para productos de nacionales
- Incumplimiento en el lead time que ofrece la empresa
- Generación de órdenes de compra erróneas

**4. Inadecuada distribución de mercancía referente a las malas prácticas de almacenamiento,** por lo cual se encontró:

- Inadecuada utilización del espacio en bodegas
- Incumplimiento de la filosofía FIFO

**5. Procesos inadecuados del asistente logístico,** este factor se determinó con base en el estudio de métodos y tiempos, debido al alto porcentaje de tiempos muertos evidenciado (ver cuadro 11) en los días de estudio, factor que presentó picos de más de 30% de la jornada laboral en determinados días de trabajo. Por ende, se han derivado problemas como:

- Ineficiencia en las operaciones logísticas de almacenamiento y despacho
- Sobrecostos por reprocesos
- Tiempos inactivos de no generación de valor

## 8 MODELO DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA

### 8.1 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

A partir del reconocimiento de las actividades que se realizaban con mayor frecuencia por el operario, se procedió a construir el modelo de simulación. Para esto fue necesario definir cuáles serían los elementos del modelo (localizaciones, entidades, recurso, proceso).

**8.1.1 Localizaciones.** Para la definición de las localizaciones del modelo se manejaron supuestos como: i) Cada familia tiene su lugar de almacenamiento establecido, ii) La bodega de equipos se utilizará como almacenamiento de la familia ORINAS, y iii) Las dos bodegas fuera de la empresa se utilizarán como la ubicación de productos NACIONALES. A partir de esto se crearon las localizaciones del modelo, cuya distribución en el ProModel se muestra a continuación (Ver figura 15).

**Figura 16. Distribución del modelo de simulación**



A continuación se hace la descripción de cada una de las localizaciones que se trabajaron en el modelo (Ver cuadro 12).

**Cuadro 12. Descripción de las localizaciones usadas en el modelo.**

Localización	Descripción
Recepción	Localización a donde llegan los pedidos y la mercancía que surte las bodegas ubicadas en la empresa.
Recepción2	Localización a donde llega la mercancía que surte las bodegas alternas de la empresa.
Oficina	Aquí es donde los pedidos que llegan a recepción se transmiten al auxiliar de bodega y se hace cumplir la política de atención de pedidos.
Hematología1 Hematología2	Localizaciones donde se almacenan los productos de hematología.
Neveras	Localización donde se almacenan los productos de nevera
Pruebas	Localización donde se almacenan las pruebas rápidas
Fac.	Aquí se simula el proceso de facturación previo a entregar la mercancía, y luego sale la entidad del sistema. Esta localización no se visualiza en la distribución del modelo (Ver figura 15) puesto que no existe un desplazamiento por parte de las entidades hacia esta, sólo se creó para agregar el tiempo de facturación que realiza el operario.
Nacional1 Nacional2	Localizaciones donde se almacenan los productos nacionales.
Imaginario	Esta localización se creó para enviar un pedido que está siendo atendido por el auxiliar, pero cuyo proceso de atención se ve interrumpido por la llegada de una mercancía (proveedor), la cual tiene mayor prioridad. Cuando la mercancía sale del sistema el auxiliar retoma el pedido inmediato que estaba despachando.
Zona Picking	Esta localización es la más importante para efectos del modelo puesto que direcciona todos los pedidos dependiendo del tipo de familia que se requiera
Path Networks	Aquí se definió la red que representa el movimiento del auxiliar entre las diferentes localizaciones en las cuales realiza alguna actividad.

### 8.1.2 Entidades. Se manejaron tres entidades principales, así:

- **Pedidos.** Esta entidad representó a todos los pedidos que podría despachar el auxiliar a partir de la solicitud del cliente. Para esto se manejaron 5 familias de productos (Ver cuadro13).

**Cuadro 13. Familias de productos del modelo**

<b>A</b>	HEMATOLOGÍA
<b>B</b>	ORINA
<b>C</b>	PRODUCTOS NEVERA
<b>D</b>	PRUEBAS RÁPIDAS
<b>E</b>	NACIONALES

En la realidad los pedidos contienen más de una familia, por ejemplo, un requerimiento del cliente puede incluir cierta cantidad de productos de hematología y otros de pruebas rápidas. Es por esto que fue necesario incluir todas las posibles combinaciones que se podían dar entre las 5 familias, lo cual se logró con información brindada por la empresa acerca de históricos de ventas entre Enero y Septiembre de 2013. Con esto se logró determinar la probabilidad de ocurrencia de cada tipo de pedido que podía llegar a la empresa (Ver cuadro 14).

**Cuadro 14. Probabilidades de llegada de pedidos por conjunto de familias**

	<b>Combinación</b>	<b>Probabilidad</b>		<b>Combinación</b>	<b>Probabilidad</b>
1	A	9,00%	17	a-b-d	2,00%
2	B	8,00%	18	a-b-e	1,00%
3	C	9,00%	19	a-c-d	3,00%
4	D	9,00%	20	a-c-e	4,00%
5	E	8,00%	21	a-d-e	5,00%
6	a-b	10,00%	22	b-c-d	6,00%
7	a-c	1,00%	23	b-c-e	4,00%
8	a-d	1,20%	24	b-d-e	1,00%
9	a-e	1,30%	25	c-d-e	2,00%
10	b-c	1,10%	26	a-b-c-d	2,00%
11	b-d	0,12%	27	a-b-c-e	0,10%
12	b-e	1,50%	28	a-b-d-e	2,00%
13	c-d	1,40%	29	a-c-d-e	1,00%
14	c-e	1,30%	30	b-c-d-e	0,50%
15	d-e	1,40%	31	a-b-c-d-e	0,10%
16	a-b-c	3,00%			

Estas probabilidades se traducen en el modelo como una distribución de usuario que actúa cada que llega un pedido al sistema.

También fue necesario clasificar el pedido entrante en rangos de dinero, puesto que los tiempos de atención varían dependiendo del valor y del número de ítems que tenga que recoger. Para esto se clasificaron los pedidos dependiendo del valor de la factura, y la probabilidad de llegada de cada pedido se obtuvo también del histórico de ventas (Ver cuadro 15).

**Cuadro 15. Probabilidades de llegada de pedidos por valor de factura**

\$0 - \$ 100.000	3808	0.8750%
\$ 100.000 - \$ 500.000	21512	4.9433%
\$ 500.000 - \$ 1'000.000	14369	3.3019%
\$ 1'000.000 - \$ 5'000.000	130070	29.8890%
\$ 5'000.000 - \$ 30'000.000	265415	60.9901%
\$ 30'000.000 - \$ 100'000.000	3	0.0007%
<b>Total general</b>	<b>435177</b>	<b>100%</b>

Las probabilidades anteriores también fueron representadas mediante una distribución de usuario que se activa cada que el pedido llega al sistema.

- **Mercancía:** Esta entidad hace referencia a la mercancía que llega a la empresa y es con la cual se reabastecen las bodegas. A diferencia de los pedidos, esta entidad no llega de varias familias puesto que cada una tiene su respectivo proveedor.

Aquí se manejaron dos tipos de Mercancía, i) mercancíaA, es aquella que representa los productos nacionales y llega a la bodega alterna 2, y ii) mercancíaB, es aquella que llega a la empresa y puede ser de las familias (a, b, c, d) que se almacenan (Ver cuadro 12).

A diferencia de las combinaciones que se pueden dar en los pedidos por el cruce entre familias, la mercancíaB puede llegar sólo por un tipo de producto, y gracias a registros de compras realizadas entre Enero y Septiembre 2013 proporcionado por la empresa, se logró determinar la probabilidad de llegada por cada una (Ver cuadro 16).

**Cuadro 16. Probabilidades de llegada de mercancíaB por familia**

HEMATOLOGÍA	40%
ORINAS	20%
PRODUCTOS NEVERAS	15%
PRUEBAS RÁPIDAS	25%

Mediante el registro de compras también fue posible determinar la probabilidad de llegada de mercancía dependiendo del valor de la factura (Ver cuadro 17).

**Cuadro 17. Probabilidades de llegada de mercancía por valor de factura**

\$0 - \$ 30'000.000	16	69.565%
\$ 30'000.000 - \$ 100'000.000	7	30.435%
<b>Total general</b>	<b>23</b>	<b>100%</b>

**8.1.3 Recurso.** El único recurso es el auxiliar de bodega. Aquí se hizo el supuesto del horario laboral, donde él trabaja 8 horas y descansa 2. Con la realización del modelo se espera ver el porcentaje de ocupación que tiene el auxiliar.

**8.1.4 Atributos.** Se crearon cuatro atributos principales, i) para identificar la combinación de familias que contenía el pedido entrante, ii) para dar valor al pedido, iii) para identificar la familia que contiene la mercancíaB, y iv) para dar valor a la mercancía y mercancíaB.

**8.1.5 Variables:** Se manejaron variables en cada localización con la finalidad de analizar la cantidad de cambios de inventario que ocurrían, lo cual se puede interpretar como el número de veces que se despachó y almacenó cada tipo de familia.

Las variables y los atributos hacían parte de la estructura funcional del modelo puesto que sirvieron para direccionar las entidades a través de las diferentes localizaciones.

**8.1.6 Proceso.** La base del proceso son los tiempos que demora el auxiliar despachando y almacenando por tipo de familia y valor de la factura, información que se obtuvo del estudio de métodos y tiempos. El detalle de los procesos



simulados en el modelo incluye desde la llegada de los pedidos y la mercancía, hasta el despacho de los mismos (Ver cuadro 18).

**Cuadro 18. Descripción de los procesos simulados en el modelo.**

Localizaciones	Proceso
Recepción	Aquí llega la entidad pedidos, que representa los requerimientos del cliente. Se envía a la oficina del auxiliar
Recepcion2	Aquí llegan las entidades mercancíaA y mercancíaB, que representan las compras.
Oficina	Aquí el pedido tiene un tiempo de espera de 240 minutos para garantizar el cumplimiento de la política de atención de pedidos de la empresa. Dependiendo de la familia de productos que se requiera se direcciona a las diferentes bodegas.
Hematología1 Hematología2 Orinas Pruebas Neveras Nacional1 Nacional2	<p><b>Pedidos</b></p> <p>En cada una de estas localizaciones se simularon los procesos de picking de la mercancía. A cada una llegaba la entidad dependiendo de la familia de productos requerida.</p> <p>Los tiempos se representaron mediante el comando WAIT.</p> <p><b>Mercancía</b></p> <p>Aquí llegan las mercancías A y B y se simula el tiempo que demora el auxiliar en supervisar y soportar el proceso de descargue y ubicación de la mercancía.</p>
Zona Picking	En esta localización se presentaban dos escenarios, así:
Fac	<p>i) La entidad proviene de una bodega, pero requiere ir a otra puesto que el pedido incluye más de una familia.</p> <p>ii) El pedido ya está completo y se envía a la localización Fac.</p> <p>Aquí se lleva el proceso de facturación luego que se ha hecho el picking de todas las familias que requiere el pedido.</p>
Imaginario	Esta localización se creó para bloquear la atención del pedido ante la llegada de una mercancía que es de mayor prioridad de atención.

Gracias al estudio de métodos y tiempos fue posible establecer los tiempos en minutos que emplea el auxiliar de bodega en la recepción de la mercancía, dependiendo de la localización y el valor de la factura (Ver cuadro 19).

**Cuadro 19. Tiempo de atención por tipo de mercancía y valor de factura.**

MercancíaB		
Localización	\$ 30'000.000	\$ 100'000.000
Hematología1	50	110
Hematología2		
Orinas	45	95
Pruebas	40	85
Neveras	60	110
MercancíaA		
Nacional1	100	150
Nacional2		

También se determinaron los tiempos que emplea el auxiliar de bodega en la atención de pedidos (Ver cuadro 20). Aquí se discriminaron los tiempos de acuerdo al valor de la factura y las posibles combinaciones que pueden presentarse en un pedido.

Para un pedido unifamiliar se establecieron los tiempos de atención que se utilizaron en la localización que contenía esta familia. Por otro lado, para un pedido multifamiliar se definieron los tiempos de atención en cada una de las localizaciones que contenían cada familia.

**Cuadro 20. Tiempo de atención por tipo de pedido y valor de factura.**

TIEMPO EN MINUTOS																																
Posibles combinaciones		100,000					500,000					1,000,000					5,000,000					30,000,000					100,000,000					
		a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	
1	a	14					21					37					53					100					300					
2	b		12					22					36					55					106					250				
3	c			14					25					40					59					119					310			
4	d				13					24					40					60					120					320		
5	e					15					23					38					54					114					259	
6	a-b	7	6				10	11				18	16				29	30				52	56				154	148				
7	a-c	7		8			11		14			17		18			28		29			50		60			153		180			
8	a-d	6			9		10			14		16			20		29			35		52			64		150			160		
9	a-e	7				7	12				11	20				19	30				27	48				63	145				139	
10	b-c		6	9				12	13				17	20				31	34				55	66				130	150			
11	b-d		6		8			12		14			17		21			32		30			46		67			150		175		
12	b-e		7			7		11			10		16			18		30			25		44			58		160			143	
13	c-d			9	8				13	14				21	22				33	33				67	64				165	173		
14	c-e			8		6			13		11			22		17			34		28			65		57			172		154	
15	d-e				8	7				14	11				21					32	29				68	53				170	139	
16	a-b-c	6	5	7			7	6	9			13	12	15			21	17	23			42	44	47			103	83	98			
17	a-b-d	5	5		7		7	6		10		12	13		16		19	18		26		40	41		48		98	88		98		
18	a-b-e	5	6			5	6	7			7	13	14			12	18	17			21	39	42			39	83	90			100	
19	a-c-d	5		7	7		7		9	9		11		14	16		10		25	24		43		47	49		71		98	85		
20	a-c-e	6		7		5	7		8		8	12		14		13	20		24		16	42		46		42	78		114		98	
21	a-d-e	5			7	5	6			10	8	13			15	12	20				23	17	40			45	37	93			115	98
22	b-c-d		6	7	8			6	9	8			12	16	14			20	23	26			38	44	46			96	113	120		
23	b-c-e		5	7		5		7	9		7		11	15		11		18	22		18		43	44		45		98	112		98	
24	b-d-e		5		7	5		6		10	8		10		15	13		16			22	18		44	43		44	43		112	87	
25	c-d-e			7	8	4			9	11	6			13	14	15			26	27	19			43	43	39			117	112	96	
26	a-b-c-d	3	4	6	5		6	7	9	7		9	8	13	13		15	14	15	16		29	27	33	35		78	80	89	85		
27	a-b-c-e	5	4	6		3	5	6	7		5	6	9	14		11	14	13	15		14	28	29	35		28	77	77	87		88	
28	a-b-d-e	4	4		6	3	6	7		8	5	7	8		14	7	13	14		16	15	28	31		36	27	65	76		88	84	
29	a-c-d-e	5		6	6	2	6		7	8	5	8		13	15	9	15		17	15	13	29		34	36	26	89		90	83	78	
30	b-c-d-e		4	6	5	3		5	8	7	6		9	13	14	12		13	14	16	13		32	36	38	33		65	84	85	76	
31	a-b-c-d-e	3	2	5	6	4	5	6	5	7	4	7	6	9	9	6	13	12	15	14	12	25	22	23	34	26	60	76	70	64	59	

## 8.2 RESULTADOS DEL MODELO DE SIMULACIÓN EN EL ESTADO ACTUAL

Con la realización del modelo de simulación se obtuvieron los resultados del estado actual del sistema, los cuales permitieron analizar el i) comportamiento de los pedidos del cliente, ii) comportamiento de la mercancía que abastece la empresa y iii) porcentaje de utilización del auxiliar de bodega. El modelo se simuló para 4 estados distintos de la demanda que maneja la empresa, i) estado actual sin crecimiento, ii) 10% de crecimiento, iii) 20% de crecimiento, y iv) 30% de crecimiento.

**8.2.1 Pedidos del cliente.** Los resultados obtenidos para esta entidad representan los tiempos i) totales en el sistema, ii) de espera mientras son atendidos y iii) en operación. Se puede apreciar que existe un incremento en cada tiempo a medida que el porcentaje de crecimiento de la demanda es mayor, esto se debe a que si los pedidos aumentan su frecuencia de llegada, también lo hace la mercancía que abastece la empresa, la cual es de mayor prioridad. Esto conlleva a que los pedidos prolonguen su estadía en el sistema a la espera de un tiempo mayor mientras se atiende la mercancía (Ver cuadro 21).

**Cuadro 21. Variación de los tiempos asociados a los pedidos en el estado actual.**

Pedidos					
Estado demanda	Total Exits	CurrentQty In System	Avg Time In System (MIN)	Avg Time Waiting (MIN)	Avg Time In Operation (MIN)
0%	17647	3	425.455	52.415	366.648
10%	19672	2	446.475	73.237	366.870
20%	22360	2	465.692	92.210	367.088
30%	25000	4	569.280	195.994	366.839

**8.2.2 Mercancía.** Se analizaron los mismos tiempos para los pedidos, pero la interpretación es diferente para el tiempo de espera antes de ser atendido.

En la vida real la mercancía no espera más de 10 minutos a ser atendida puesto que el auxiliar de bodega deja de atender cualquier pedido por ir a recibir al proveedor que llega a abastecer las bodegas. Para efectos del modelo es imposible detener al auxiliar una vez se hace uso del comando WAIT, es por esto que el tiempo de espera de la mercancía antes de ser atendida es elevado y no

sigue ningún patrón, es decir, no es directamente ni inversamente proporcional con el crecimiento de la demanda. (Ver cuadro 22).

Para efectos de la interpretación, este tiempo de espera se entiende como un lapso extra que espera el pedido, es decir, que permanece bloqueado ante la llegada de una mercancía que es de mayor prioridad.

**Cuadro 22. Variación de los tiempos asociados a la mercancía A y B en el estado actual.**

	Estado demanda	Total Exits	CurrentQty In System	Avg Time In System (MIN)	Avg Time Waiting (MIN)	Avg Time In Operation (MIN)
<b>mercanciaA</b>	0%	80	0	148.882	36.624	111.875
	10%	89	0	156.698	43.391	112.921
	20%	100	0	155.296	41.913	113.000
	30%	114	0	151.447	38.340	112.719
<b>mercanciaB</b>	0%	450	1	142.275	36.336	105.361
	10%	500	0	146.631	38.600	107.451
	20%	563	0	144.386	36.188	107.614
	30%	642	1	138.062	34.045	103.443

**8.2.3 Auxiliar.** Este es el objeto central del estudio, y por medio del modelo se pudo analizar la variación en el porcentaje de i) utilización, ii) tiempo libre y iii) descanso del auxiliar a medida que se incrementa la demanda de pedidos. Inicialmente el auxiliar presenta un porcentaje de utilización del 66,79%, lo cual es muy cercano al estudio de métodos y tiempos, donde se resumen las actividades en las que ocupa el 70% del tiempo (Ver cuadro 23).

**Cuadro 23. Utilización del auxiliar de bodega en el estado actual.**

Crecimiento demanda	Number Times Used	Avg Time Per Usage (MIN)	% In Use	% Idle	% Down
0%	18410	130.604	66.79	7.95	25
10%	20573	130.521	74.59	0.09	25.02
20%	23425	130.500	84.92	0	14.75
30%	26278	129.835	94.77	0	4.85

Se observó que a partir de un crecimiento del 20% el auxiliar no tendría tiempos libres, y comenzaría a utilizar su tiempo de descanso para realizar las tareas, esto sin tener en cuenta en el modelo de simulación el 30% correspondiente a otras actividades realizadas por el auxiliar. Esto se puede resumir en que actualmente el auxiliar podría soportar como máximo un incremento del 10% de la demanda actual que maneja la empresa.

## **9. PROPUESTA DE MEJORA**

### **9.1 ALMACENAMIENTO**

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante el modelo de simulación en cuanto a la capacidad operativa de la empresa en los procesos logísticos de almacenamiento y despacho, y a los requerimientos de espacio necesarios para afrontar el crecimiento esperado para el próximo año, se formuló una propuesta basada en el traslado total de las bodegas de almacenamiento a otro sector con mayor capacidad, ya que los disponibles en la empresa son insuficientes.

Para estimar el espacio necesario que permita el correcto funcionamiento de los procesos logísticos de almacenamiento y despacho, y a su vez con los requerimientos de almacenamiento en cantidades de producto, se consignaron todas las medidas del área por referencia para cada uno de los productos comercializados por la empresa objetivo, así como la cantidad de estibas necesarias para el almacenamiento y el área requerida para la operatividad (ver cuadro 24).

Al observar que la capacidad de almacenamiento de la sede actual ya se encuentra saturada (ver cuadro 7), la propuesta se centró en manejar un nuevo sitio en el que se agrupen todas las actividades de almacenamiento y despacho desde un solo punto, ya que es lo más viable desde el punto de vista de costos, y del crecimiento esperado. La propuesta incluye separar las diferentes áreas por tipo de producto, reservando espacio para: i) hematología, ii) orinas, iii) neveras, iv) pruebas rápidas, v) nacionales, vi) zona Picking, vii) recepción, viii) bahía de despacho y, ix) oficina auxiliar de bodega.

Se debe tener en cuenta que los espacios de almacenamiento de reactivos de diagnóstico deben estar almacenados a una temperatura entre 10°C y 20°C, por ende es necesario adecuar el espacio de almacenamiento para el área de hematología y pruebas rápidas con un sistema de aire acondicionado que regule la temperatura e igualmente equipar estos espacios con termohidrógrafo que permita controlar tanto la humedad y temperatura de la zona.

Se recomienda un sistema de alarma que alerte al personal encargado de la empresa objetivo sobre una alteración fuera de los rangos de temperatura permitidos para las bodegas, ya que los reactivos de diagnóstico son muy estrictos

en este factor para conservar las propiedades físicas y químicas de calidad del producto.

**Cuadro 24. Cálculo de área (propuesta)**

Secciones	Estibas necesarias	Área(mts2)
Hematología	16	48
Orinas	3	9
Pruebas rápidas	3	9
Neveras	--	4
Nacionales	17	51
Zona Picking	4	12
Recepción	--	2.25
Oficina Luís	--	2.25
Oficinas administrativas		20
Bahía de despacho	--	8
Pasillos primarios	--	24
<b>Área Necesaria</b>	190	

**9.1.1 Justificación propuesta de traslado de bodega.** Con el traslado de las bodegas de la empresa hacia una nueva localización en donde sea posible contar con mayor espacio, se busca dar respuesta a problemas anteriormente mencionados, como:

- Contar con un espacio para garantizar la política de dos meses de inventario, la cual se dificulta cumplir en la bodega actual puesto que no se cuenta con zonas disponibles para soportar el crecimiento que ha venido presentando la empresa.
- Contar con una distribución de estibas que cumpla lo reglamentado por la norma INVIMA, garantizando que i) los productos no se estiben en el suelo, ii) las estibas no tengan contacto con las paredes de las bodegas y tampoco entre sí.
- Estandarizar el número de estibas y la ubicación dentro de la bodega para cada una de las familias de productos que maneja la empresa.
- Disminuir los tiempos de los procesos logísticos de almacenamiento y despacho del auxiliar de bodega al contar con bodegas organizadas que faciliten su movilidad y traslado de la mercancía.



- Garantizar la correcta rotación de los productos dentro de las bodegas (FIFO).

**9.1.2 Descripción de la propuesta.** La empresa ya ha adelantado el proceso de cotización de bodegas en ACOPI Yumbo (Ver Anexo1), pero el espacio que se requiere es mucho menor al que ofrecen las cotizaciones, luego no sería rentable arrendar toda la bodega. Hay que tener en cuenta que no es posible un arriendo parcial de la bodega.

En respuesta a lo anterior, existe la posibilidad de que la empresa se traslade junto con su cliente más demandante, creando una relación mutuamente beneficiosa entre proveedor-cliente. Así pues, la empresa ocuparía los 190 metros cuadrados que requiere, lo cual equivale al 40.33% del espacio total de la bodega nueva, y el cliente tomaría el 59.66% restante.

### 9.1.3 Costos de infraestructura.

Al igual que el arrendamiento, los costos de infraestructura corren por cuenta de cada entidad (empresa-cliente). Actualmente la empresa ya ha identificado los costos asociados al acondicionamiento de la nueva bodega, los cuales se explican a continuación (Ver. Cuadro 25).

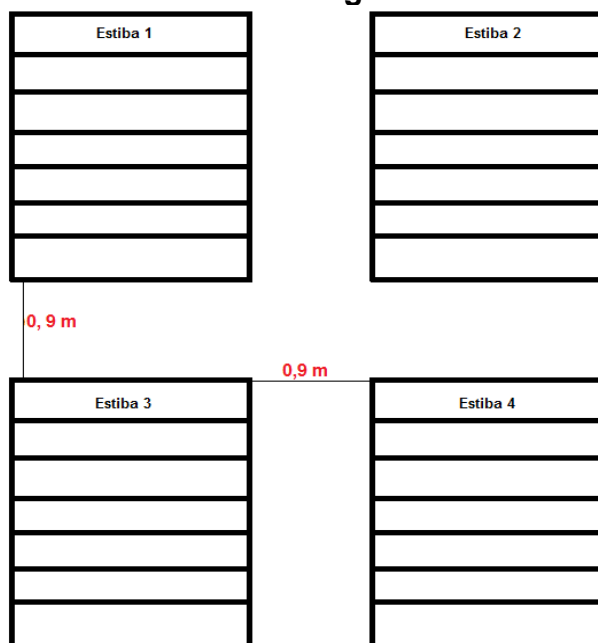
**Cuadro 25. Descripción de costos de infraestructura**

Rubro	Descripción	Costo
Aire acondicionado	2 aires acondicionados de 24000 BTU	\$ 3,000,000.00
Panel Yeso	Cantidad de panel yeso requerido para hacer las divisiones de bodegas y oficinas	\$ 3,500,000.00
Pintura epóxica	Cantidad necesaria de pintura para revestir el panel yeso de las bodegas que por norma requieran esta pintura	\$ 600,000.00
Estibas	Cantidad de estibas requeridas para completar las 43 necesarias	\$ 1,200,000.00
Estanterías	Cantidad de estanterías requeridas para tener mercancía nacional al alcance.	\$ 420,000.00
Mano de obra	Maestro y obreros requeridos para realizar los montajes correspondientes	\$ 5,728,000.00
Insumos construcción	Brochas, rodillos, baldes, espátulas, tornillos, entre otros.	\$ 800,000.00
Instalaciones eléctricas	Contadores, cableado, tomas de energía, puntos de red	\$ 4,000,000.00
Total		\$19,248,000.00

## 9.2 OPERATIVIDAD

Se recomienda el uso de 2 tipos de pasillos para el funcionamiento de la operatividad de la empresa, como lo sugiere Arrieta<sup>83</sup>, i) los principales que se utilizan para el movimiento de mercancía que ha sido retirada de las posiciones de almacenamiento y permiten la comunicación entre las zonas de recibo y despacho, y atraviesan todo el centro de distribución, estos pueden tener medidas entre 3 y 6 metros; la medida recomendada para la organización en este primer tipo de pasillo es de 3 metros, debido a que la empresa no requiere de grandes equipos y espacios para movilizar la mercancía entre las diferentes zonas comunicadas por estos pasillos, pues la unidad de carga es la estiba y las medidas estándar son de (1m x 1,20). ii) Los pasillos secundarios sirven de acceso a los productos y no permiten el uso de equipos de manejo de materiales de gran capacidad y tamaño, a menos que estén específicamente diseñados para este tipo de zonas y deben tener medidas entre 0,9 y 2 metros. La medida recomendada en el segundo tipo de pasillo es de 0,9m ya que con este espacio se garantiza gran movilidad del auxiliar, lo que facilita dar cumplimiento a la metodología de almacenamiento FIFO (ver figura 16).

**Figura 17. Manejo de estibas en las bodegas**



<sup>83</sup>ARRIETA POSADA, Juan Gregorio. Aspectos a considerar para una buena gestión de almacenes de las empresas (centros de distribución, CEDIS). Journal of Economics, Finance and administrative Science [en línea]. Junio 2011, Vol. 16, no. 30 [citado el 22 de febrero de 2014], pp 193 – 225 .Disponible en internet:< [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-18862011000100007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-18862011000100007&script=sci_arttext)>

### **9.3 MODELO DE SIMULACIÓN (PROPUESTA DE MEJORA)**

Con la finalidad de demostrar el impacto de la mejora propuesta para la empresa objetivo se construyó un modelo de simulación en el cual se tomó como supuesto principal que la organización funciona en un solo sitio con bodegas estandarizadas de acuerdo al tipo de producto como lo recomienda la norma INVIMA para manejo de reactivos, equipos y dispositivos médicos

La construcción del modelo de simulación de la propuesta de mejora manejó un cuadro de supuestos para los tiempos de operación (ver cuadro 26), donde se tomó como base una reducción del 15% en el tiempo de cada actividad, esto se debe al manejo del centro logístico desde una sola sede principal, lo que reduce los tiempos de procesos porque los productos van a estar estandarizados en lugares de almacenamiento, las distancias de recorrido son menores lo que hace más eficiente las operaciones de almacenamiento y despacho.

En el cuadro 26 se relacionan las posibles combinaciones entre las familias de productos seleccionados en el modelo y los diferentes valores de factura, estableciendo los tiempos de operación para cada interacción (ver cuadro 26).

**Cuadro 26. Tiempo de atención por tipo de pedido y valor de factura. (Propuesta)**

SUPUESTOS DE TIEMPOS PARA LAS DIFERENTES CONVINCACIONES EN LAS OPERACIONES LOGÍSTICAS DE ALMACENAMIENTO Y DESPACHO																									
TIEMPO EN MINUTOS																									
Posibles combinaciones	100.000					500.000					1.000.000					5.000.000					30.000.000				
	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
1	a	12				18					31					45					85				
2	b		10				19					31					47					90			
3	c			12				21					34					50					101		
4	d				11				20					34					51					102	
5	e					13				20					32					46				97	
6	a-b	6	5			9	9				15	14				25	26				44	48			
7	a-c	6		7		9		12			14		15			24		25			43		51		
8	a-d	5			8	9			12		14			17		25			30		44			54	
9	a-e	6				6	10				9	17			16	26				23	41			54	123
10	b-c		5	8			10	11				14	17				26	29				47	56		
11	b-d			7			10		12			14		18			27		26			39		57	
12	b-e				6		9			9		14			15		26			21		37			49
13	c-d			8	7				11	12				18	19				28	28			57	54	
14	c-e				7				11		9			19		14			29		24			55	48
15	d-e					7	6			12	9				18					27	25				58
16	a-b-c	5	4	6		6	5	8			11	10	13			18	14	20			36	37	40		
17	a-b-d	4	4		6	6	5		9		10	11		14		16	15		22		34	35		41	
18	a-b-e	4	5			4	5	6		6	11	12			10	15	14			18	33	36		33	71
19	a-c-d	4		6	6	6		8	8		9			12	14		9		21	20		37		40	42
20	a-c-e	5		6		4	6		7		7	10		12		11	17		20		14	36		39	
21	a-d-e	4			6	4	5			9	7	11			13	10	17			20	14	34			38
22	b-c-d		5	6	7			5	8	7			10	14	12			17	20	22			32	37	39
23	b-c-e			6		4		6	8		6		9	13		9		15	19		15		37	37	
24	b-d-e				6	4		5		9	7		9		13	11		14		19	15		37		37
25	c-d-e				6	7	3			8	9	5			11	12	13			22	23	16		37	37
26	a-b-c-d	3	3	5	4		5	6	8	6		8	7	11	11		13	12	13	14		25	23	28	30
27	a-b-c-e	4	3	5		3	4	5	6		4	5	8	12		9	12	11	13		12	24	25	30	
28	a-b-d-e	3	3		5	3	5	6		7	4	6	7		12	6	11	12		14	13	24	26		31
29	a-c-d-e	4		5	5	2	5		6	7	4	7		11	13	8	13		14	13	11	25		29	31
30	b-c-d-e		3	5	4	3		4	7	6	5		8	11	12	10		11	12	14	11		27	31	32
31	a-b-c-d-e	3	2	4	5	3	4	5	4	6	3	6	5	8	8	5	11	10	13	12	10	21	19	20	29

## 9.4 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA

Aleatoriamente se decidió correr el modelo de simulación durante un total de 70.000 horas con el fin de encontrar un patrón de comportamiento en la operatividad de los procesos de almacenamiento y despacho que permitiera el análisis estadístico de las mejoras propuestas al sistema de almacenamiento de la empresa.

**9.4.1 Auxiliar de bodega.** Se puede observar un comparativo en el modelo entre los resultados del estado actual y el mejorado para este recurso (ver cuadro 27), en donde se demuestran las mejoras en: i) porcentaje de utilización del operario de bodega en un 12%, ii) el tiempo que se demora el auxiliar en recoger el pedido un 36%, y iii) el porcentaje de tiempo libre aumento un 102%; tiempo que puede dedicar a otras actividades del cargo que permitan mejorar su eficiencia. En conclusión los resultados indican que el modelo propuesto presenta mejoras en la capacidad operativa del sistema de almacenamiento, de lo que se puede deducir una reducción en los sobrecostos asociados a malos procedimientos del modelo anterior.

**Cuadro 27. Comparativo entre modelo actual y la propuesta de mejora para el auxiliar logístico de almacenamiento y despacho**

AUXILIAR LOGÍSTICO DE ALMACENAMIENTO Y DESPACHO				
	Avg Time Per Usage (MIN)	% In Use	% Travel To Use	% Idle
Actual	130,604	66,789	0,265	7,945
Mejorado	115,284	58,747	0,169	16,084
% Mejora	12%	12%	36%	102%

**9.4.2 Entidades.** En el cuadro 28 se puede encontrar la comparación entre el estado actual y el mejorado de i) el tiempo que se demora un pedido en el sistema en ser atendido sumando la espera, ii) Tiempo de espera de un pedido en ser atendido, iii) tiempo en operación, por cada una de las entidades que se manejan en el sistema mercancía A, mercancía B, pedidos. Se puede apreciar en cada una de las comparaciones un porcentaje de mejora lo cual apoya la teoría de que con la propuesta presentada se logran mejores resultados.

**Cuadro 28. Comparativo de las entidades del sistema**

ENTIDAD	Avg Time In System (MIN)			Avg Time Waiting (MIN)			Avg Time In Operation (MIN)		
	ACTUAL	MEJORADO	%	ACTUAL	MEJORADO	%	ACTUAL	MEJORADO	%
MERCANCÍA A	148,88	122,03	18%	36,62	21,71	41%	111,88	100,05	11%
MERCANCÍA B	142,275	109,286	23%	36,34	31,507	13%	105,361	77,367	27%
PEDIDOS	425,455	393,724	7%	52,415	36,318	31%	366,648	356,324	3%

## 9.5 COMPARACIÓN DE COSTOS

Dado que la propuesta de trasladar la bodega involucra un costo de \$19'248.000 (Ver cuadro 29), fue necesario identificar el tiempo en el que la empresa recuperaría esa inversión.

En conjunto con el Jefe de logística y abastecimiento se identificaron los principales rubros que se verían afectados con el traslado de la bodega, los cuales son i) arriendo, ii) transporte de mercancía despachada, iii) auxiliar logístico y iv) los servicios públicos.

**9.5.1 Arriendo.** Con el traslado de la bodega se espera una reducción de \$1'342.800 puesto que en la nueva localización la empresa sólo pagaría \$1'657.200, que equivale el 40% del valor total (Ver cuadro 29).

**9.5.2 Transporte de mercancía.** Este rubro se divide en costos asociados al despacho de productos i) fuera de Cali, los cuales no se tienen en cuenta puesto que la empresa transportadora cobra la misma tarifa dependiendo del destino y no el origen, ii) al cliente principal, el cual se reduciría a \$0 puesto que la empresa se trasladaría junto con él; y iii) a otros clientes en Cali, el cual se estima incrementa en 35% puesto que estaría ubicada en ACOPI Yumbo implica mayores traslados (Ver Cuadro 29).

**9.5.3 Auxiliar de logística.** Mediante el modelo de simulación del estado futuro, se calculó una disminución del 12% en la utilización del auxiliar en la atención de pedidos con la demanda actual, por lo cual se garantiza la realización de todas las actividades en la jornada regular sin necesidad de incurrir en horas extras de trabajo. Esta mejora se refleja en una reducción de los costos de aproximadamente \$56.294 mensuales (Ver Cuadro 29).

**9.5.4 Servicios públicos.** El cambio de sector urbano a comercial, que implica el traslado de las bodegas, se ve reflejado en un incremento de los servicios públicos. Igualmente, al adquirir dos aires acondicionados adicionales se incrementa el consumo de energía y por ende el costo de servicios públicos aumentaría aproximadamente en un 30% (Ver Cuadro 29).

**Cuadro 29. Comparación costos estado actual y futuro a partir de la propuesta**

		Actual	Futuro	Diferencia
Arriendo		\$ 3,000,000.00	\$ 1,657,200.00	\$ 1,342,800.00
Transporte	Cliente principal	\$ 500,000.00	\$ -	\$ 500,000.00
	Otros clientes	\$ 1,000,000.00	\$ 1,350,000.00	-\$ 350,000.00
Auxiliar logístico		\$ 23,376.15	\$ 20,561.45	\$ 56,294.00
Servicios públicos		\$ 1,500,000.00	\$ 1,950,000.00	-\$ 450,000.00
Total ahorro				\$ 1,099,094.00

A partir de los incrementos y reducciones de los rubros mencionados anteriormente, se estimó un ahorro mensual de \$1'099.094 (Ver Cuadro 30). Este valor se utilizó para calcular el tiempo aproximado en el que la empresa recuperaría la inversión en infraestructura (Ver cuadro 30).

**Cuadro 30. Meses aproximados de recuperación de la inversión**

Total infraestructura	\$19,248,000.00
Total ahorro mensual	\$ 1,099,094.00
Meses aproximados	17.51260584

Con la propuesta de una nueva bodega se estima que el valor de los productos vencidos por malos procedimientos logísticos de almacenamiento se mitigue, ya que al tener mejores condiciones físicas se mejora el control sobre los inventarios de los productos.

## 10. CONCLUSIONES

La metodología de evaluación de mejora para los flujos de materiales e información en los procesos logísticos de almacenamiento y despacho de una empresa del sector salud se presenta en la monografía desarrollada con base en una recopilación bibliográfica de diferentes autores en materia de diagnóstico, evaluación y mejora de procesos de almacenamiento y despacho, así como en las bases teóricas recopiladas por los autores. La monografía es entonces de tipo investigativo que abarca las pequeñas empresas que comercializan reactivos, equipos y dispositivos médicos. De esta investigación se tienen las siguientes conclusiones:

En el desarrollo de la investigación se recopilaron diferentes metodologías utilizadas para la evaluación y diagnóstico de los procesos logísticos de almacenamiento y despacho, lo cual permitió el desarrollo de la etapa inicial del proyecto que consistió en diagnosticar el estado actual de la empresa objetivo que sirviera como base para el planteamiento de la propuesta de mejora.

La metodología realizada en la investigación se desarrolló en tres etapas las cuales permitieron recopilar información, diagnosticar el estado actual de los procesos de almacenamiento y despacho, identificar los procesos más relevantes sobre los cuales aplicar mejoras, simular el estado actual y futuro de los procedimientos logísticos, y formular la propuesta de mejora. La metodología utilizada en este desarrollo sirve como base para futuros investigadores en el área de almacenamiento y despacho de mercancías, especialmente en empresas del sector salud que comercialicen reactivos, dispositivos y equipos médicos.

La revisión de la literatura sobre los procesos logísticos de almacenamiento y despacho, deja a la vista la importancia que los diferentes autores marcan en la realización del diagnóstico de la situación actual de las empresas, utilizando como principales herramientas la evaluación de la capacidad operativa, capacidad de almacenamiento, mapeo de procesos, evaluación de costos, entre otras, como base para cualquier metodología de evaluación, y planteamiento de propuestas de mejora.

La simulación como soporte a la herramienta de diagnóstico es un método muy importante ya que permite crear modelos que semejen la realidad, lo cual permite realizar diferentes iteraciones con el entorno de manera virtual sin necesidad de aplicarlo en la vida real, lo que permite un ahorro de costos a la hora de observar la viabilidad de una propuesta de mejora a los diferentes procesos que se aplique.



Los autores concluyen que el estudio de métodos y tiempos fue determinante para evaluar si los procedimientos realizados por el operario se hacen de forma correcta, si se pueden hacer mejor o si definitivamente hay que eliminarlos. En la investigación fue una parte fundamental ya que sirvió como base para la construcción del modelo de simulación que modela la capacidad operativa en los procedimientos de almacenamiento y despacho por parte de auxiliar de bodega de la empresa objetivo.

La caracterización de la situación actual de los procesos logísticos de almacenamiento y despacho mediante la metodología IDEF0, y fundamentada en los parámetros ICOM, permitió reconocer los flujos de información y productos, entradas y salidas del sistema, así como también todos los elementos de apoyo o restricciones que influyen en la operatividad de la operación. Con la realización de este modelo se buscó mejorar la visibilidad de los procesos logísticos de almacenamiento y despacho mediante la integración de los elementos involucrados, de cara a optimizar la selección de propuestas de mejora que surjan y por ende tener mayor control sobre las variables del proceso.

Previo a realizar cualquier inversión es necesario reconocer el tiempo de retorno de la misma, y la forma en la que afecta los i) costos actuales, ii) resultados de la operación, y iii) utilidad del proceso. Esto es parte fundamental antes de exponer algún proyecto ante la gerencia de una empresa, puesto que esta suele guiar sus decisiones sobre el impacto económico que tienen las propuestas en los sistemas actuales de la compañía.

El estudio de métodos y tiempos realizado al auxiliar de logística, encargado de los procesos de almacenamiento y despacho, permitió identificar las actividades más relevantes que este lleva a cabo en la atención de pedidos y recepción de mercancía. Estas actividades corresponden al 70% del total de las actividades realizada por el auxiliar, y fueron la base para el desarrollo del modelo de simulación. Con este estudio fue posible determinar los tiempos de atención de acuerdo a los productos que se requirieran en el pedido y al valor de la factura.

El modelo de simulación realizado para el estado actual de los procesos logísticos de almacenamiento y despacho permitió determinar que el porcentaje de utilización actual del auxiliar logístico está en 66.79%. Con este modelo base se varió el crecimiento de la demanda actual para identificar hasta qué punto podría funcionar la empresa con un solo auxiliar de logística. Se logró determinar que es posible soportar hasta un aumento del 10% de la demanda, puesto que a partir de este valor el auxiliar empezaría a utilizar su tiempo de descanso para la realización de las tareas.

La propuesta final de este proyecto se presenta con base en diagnóstico del estado actual de los procesos logísticos de almacenamiento y despacho, donde se logró determinar que por temas de crecimiento de ventas e incumplimiento de la norma INVIMA, una opción viable consiste en trasladar todas las bodegas de la empresa a una misma localización, donde se adecue el lugar de acuerdo a lo reglamentado por la normatividad correspondiente. Este traslado representa una inversión en infraestructura de \$19.248.000, lo cual se retornaría en aproximadamente 18 meses puesto que esta propuesta afecta los costos de i) arriendo, ii) transporte, iii) auxiliar de logística y iv) servicios públicos; y se logra un ahorro mensual de \$1'099.094.

El modelo de simulación de la propuesta de mejora demuestra el impacto positivo que trae sobre la productividad de los procesos logísticos de almacenamiento y despacho la adaptación de un solo centro logístico para el funcionamiento de la empresa, pues en aspectos como el tiempo de espera de pedidos en ser atendidos por el operario presenta una mejora aproximada al 36% sobre el modelo actual, el porcentaje de tiempo libre del auxiliar puede llegar a mejorar más de 100%, lo cual es de gran utilidad para la empresa pues es tiempo que el operario puede utilizar en el desarrollo de otras actividades de valor.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda que se analice el impacto de implementar un sistema de código de barras en los tiempos de almacenamiento y despacho, de tal forma que se realice un comparativo y se logre determinar en cuanto tiempo se recuperaría la inversión y en qué porcentaje cambiaría la cantidad de pedidos máximos a atender por el auxiliar de bodega.
- Se recomienda hacer una revisión del concepto de planeación de la demanda puesto que esta es una empresa principalmente importadora, lo cual implica que esté inmersa en costos de importación muy elevados, y que lo más recomendable sea hacer un pedido mensual.
- Se recomienda hacer un estudio donde se evalúe la posibilidad de contratar una nueva persona que apoye al auxiliar de bodega en aspectos más administrativos, y a partir de esto identificar cuantos pedidos puede atender y cuanto crecimiento de la demanda podría soportar antes de presentar desatención a clientes.

### Líneas de investigación futuras

- Se recomienda para futuras investigaciones en el área del sector salud, especialmente en la parte encargada de la comercialización de reactivos, equipos y dispositivos médicos tomar como base principal para generar cualquier propuesta de mejora, el diagnóstico de los procedimientos llevados a cabo por la empresa, basado en la norma INVIMA que rige sobre las organizaciones dedicadas a la manipulación de productos en el sector salud.
- Dado que en la actualidad existen grandes posibilidades tecnológicas para la optimización de procesos, se propone realizar un análisis de factibilidad de implementar sistemas de *RFID (RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION)*, para una realización más eficiente del picking.

## BIBLIOGRAFÍA

ACCORSI, Riccardo; MANZINI, Riccardo y MARANESI, Fausto. Decision-support system for the design and management of warehousing systems. Computers in industry [En línea], 2014. Vol. 65, no. 1 [Consultado 22 Febrero 2014], pp. 175-186. Disponible en internet: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361513001875>>.

ALFARO, R., PERPIÑÁN, L., BAUTISTA, J., RAMI, R. Simulación de la dinámica de un almacén distribuidor de equipos de medida de energía eléctrica destinada al consumo. En: XV Congreso de Ingeniería de Organización (3: 7-9, Septiembre, 2011: Cartagena, Colombia). Memorias. Cartagena, 2011. Pp. 10.

ALVAREZ SILVA, Diego. Mejora de los procesos de recibo, almacenamiento, despacho de materias primas auxiliares y material de empaque en Lloreda S.A. Monografía para optar por el título de ingeniero Industrial. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de ingeniería, 1999.

ARANGO, M., ADARME, W., ZAPATA, J. Gestión cadena de abastecimiento – logística con indicadores bajo incertidumbre, caso aplicado sector panificador Palmira. Ciencia e ingeniería Neogranadina [en línea]. 2010, Vol. 20-1 [consultado 9 Noviembre 2013], pp. 97–115. Disponible en internet: <[http://www.umng.edu.co/documents/63968/74763/Vol20\\_1art\\_7.pdf](http://www.umng.edu.co/documents/63968/74763/Vol20_1art_7.pdf)>. ISSN 0124-8170.

ARRIETA POSADA, Juan Gregorio. Aspectos a considerar para una buena gestión de almacenes de las empresas (centros de distribución, CEDIS). Journal of Economics, Finance and Administrative Science [en línea]. Junio 2011, Vol. 16, no. 30 [citado el 22 de febrero de 2014], pp 193 – 225 .Disponible en internet:<[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-18862011000100007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-18862011000100007&script=sci_arttext)>

BACA, C., ABAD, J. Diagnóstico situacional y propuestas de mejora para el área de almacén y compras de una empresa de servicios. Trabajo de grado. Guayaquil: Escuela superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería en mecánica y ciencias de la producción, 2009.

BAEZA, Carlos. Cadena de abastecimiento inteligente. Incae Business Review [en línea], Mayo – Agosto 2009. Vol. 1, no. 8 [Consultado 7 Noviembre 2013], pp. 70–75. Disponible en internet: <http://www.revistaincae.com/edicion-impresa/volumen-1/numero-8/158-cadena-de-abastecimiento-inteligente.html>. ISSN 165925400-0.

BAKER, Peter y CANESSA, Marco. Warehouse designs: A structured approach. European Journal of Operational Research [En línea], 2009. Vol. 193, no. 2 [Consultado 25 Febrero 2014], pp. 425-436. Disponible en internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221707011356>

BAKER, Peter. The design and operation of distribution centres within agile supply chains. International Journal of Production Economics [En línea], 2008. Vol. 111, no. 1 [Consultado 3 Marzo 2014], pp. 27 – 41. Disponible en internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527307000308>

BALLOU, R.H. Logística. Administración de la cadena de suministro. 5 ed. México.: Pearson educación, 2004. 13 p. ISBN: 970-26-0540-7

BENITEZ LÓPEZ, Erick Oscar. Gestión de outsourcing logístico para almacén de productos farmacéuticos. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Lima: Universidad Nacional de San Marcos. Facultad de ingeniería industrial, 2004. 126 p.

BOWERSOX D., CLOSS D., y COOPER M. B. Administración y logística en la cadena de suministros. Ed.2 Mc Graw Hill. p. 22

BUENO, René y ZAMBRANO, Wladimir. Desarrollo de un plan de mejoramiento logístico para reestructurar los procesos de abastecimiento y despacho en la bodega de muestras de los laboratorios farmacológicos Saval. S.A. Trabajo de grado Ingeniero comercial. Sangolquí: Escuela Politécnica del ejército. Departamento de ciencias económicas y administrativas y de comercio, 2011. 203 p.

CAIZA, Edinson Rodrigo. Reestructuración del Lay-Out y Logística Interna de las bodegas de materia prima en Levapan del ecuador S.A. Trabajo de grado Ingeniería en administración de empresas. Loja: Universidad técnica particular de Loja. Área administrativa, 2013. 144 p.

CAMARA DE COMERCIO DE BARRANQUILLA. Información sobre el sector salud [en línea]. [citado el 16 de mayo de 2014]. Disponible en internet: [http://www.camarabaq.org.co/index.php?option=com\\_content&view=article&catid=156:salud-competitiva&id=419:informacion-del-cluster&Itemid=268](http://www.camarabaq.org.co/index.php?option=com_content&view=article&catid=156:salud-competitiva&id=419:informacion-del-cluster&Itemid=268)

CEVALLOS QUIROZ, Carlos. Análisis y mejoramiento de los procesos operativos de la bodega matriz de una empresa comercializadora de electrodomésticos y equipos electrónicos. [Diapositivas]. Guayaquil: Escuela superior politécnica del litoral, 2006. 52 diapositivas.

CHENG-LEONG, Ang. Enactment of IDEF0 models. International Journal of production research [En línea], 1999. Vol. 37, No 15 [Consultado 15 Noviembre 2013], pp. 3383 – 3397. Disponible en internet: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/002075499190103#.U3IVj5BZhMs>.

CHOPRA S., MEINDL P. Administración de la cadena de suministro Estrategia, Planeación y Operación. Ed.3 Pearson Education, 2007 p. 462

COLOMBIA. MINISTERIO DE PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto Número 3770 (11 de diciembre de 2004). Por la cual se reglamentan el régimen de registros sanitarios y la vigilancia sanitaria de los reactivos de diagnóstico in vitro para exámenes de especímenes de origen humano. Bogotá D.C., pp. 2

CORREA ESPINAL, A.A., GÓMEZ MONTOYA, R.A., CANO ARENAS, J.A. Gestión de almacenes y tecnologías de la información y comunicación (TIC). Estudios gerenciales [en línea]. Octubre – Diciembre 2010, Vol. 26, no. 117 [citado el 4 de abril de 2014], pp 145 – 171. Disponible en internet: <http://ezproxy.uao.edu.co:2074/science/article/pii/S012359231070139X#>>

CORREA, A., GÓMEZ, R., SÁNCHEZ, J. Mejora de las operaciones de preparación de pedidos y despacho de una empresa del sector colchonero apoyado en simulación discreta. Scielo [En línea], 2012. Vol. 79, no. 173 [Consultado 6 Enero 2014], pp. 104-112. Disponible en internet: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0012-73532012000300027&lng=pt&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0012-73532012000300027&lng=pt&nrm=iso&tlng=es). ISSN 0012-7353.

CRISÓSTOMO, E., VILCHEZ, Y. Rediseño de procesos del área de almacén para la obtención de resultados que favorezcan la operatividad de la empresa Vidriera

Universal EIRL. Trabajo de grado Contador Público. Trujillo: Universidad privada del norte. Facultad de estudios de la empresa, 2011. 96 p.

DE KOSTER, R., LE-DUC, T. y ROODBERGEN, K. J. Design and control of warehouse order picking: a literature review. En: European Journal of operational research. 2007. Vol. 182, pp 481 – 501.

DE KOSTER, René; LE-DUC, Tho y JAN ROODBERGEN, Kees. Design and control of warehouse order picking: A literature review. European Journal of Operational Research [En línea], 2007. Vol. 182, no. 2 [Consultado 26 Febrero 2014], pp. 481-501. Disponible en internet: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221706006473>>.

DEWAN, M., MEIER J.F., ADITIJANDRA, P.T., ZUNDER, T.H., PACE, G. Logistics and supply chain management. Research in Transportation Economics [en línea]. Mayo 2013, vol. 41, no. 1 [citado el 17 de abril de 2014], pp 3-16. Disponible en internet: < <http://ezproxy.uao.edu.co:2074/science/article/pii/S0739885912001606>>

ERRASTI, A., BILBAO, A. Marco de análisis de alternativas de sistemas de preparación de pedidos, aspectos a valorar en la reingeniería de procesos de almacén. En: Primer congreso de logística y gestión de la cadena de suministro (2: 12-13, Septiembre, 2007: Zaragoza, España). Memorias. Zaragoza, 2007. 10 p.

ERRASTI, Ander; CHACKELSON, Claudia; CIPRES, David y LAHOZ, Fernando. Diseño de un sistema de picking producto a operario-aplicación del diseño de experimentos mediante simulación de eventos discretos. DYNA [En línea], 2011. Vol. 86, no. 5 [Consultado 26 Febrero 2014], pp. 515-522. Disponible en internet: <<http://dx.doi.org/10.6036/4060>>. ISSN 0012-7361.

ESPINOZA, Henry. Rediseño de una red de almacenamiento y sistema de distribución regional de productos farmacéuticos, dispositivos médicos y productos sanitarios de la región. Propuesta final de red de almacenamiento y sistema de distribución. Programa de apoyo a la reforma del sector salud. Ministerio de salud. Lima, Perú. Febrero 03 de 2012.

FIERRO RIVERA, Héctor Fabio. Diseño del plan de mejoramiento en el proceso de recepción de mercancía y despachos nacionales aplicando la técnica el estudio del trabajo en la empresa Motores Japoneses S.A. Pasantía institucional para

optar por el título de Ingeniero Industrial. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ingeniería, 2013.

FIGUEROA, J., SANCHEZ, J. Análisis situacional de la gestión operativa de almacenes. Tesis de maestría. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña. Departamento de organización de empresas, 2004. 93 p.

GARCÍA DUNNA, Eduardo, et al. Simulación y análisis de sistemas con ProModel®. Pearson educación, primera edición, Mexico, 2006

GONZALES, C., MARTINEZ, J., MALCÓN, C., CAVAZOS, J. Metodología de gestión logística para el mejoramiento de pequeñas empresas. Revista internacional administración y finanzas [en línea], 2013. Vol. 6, no. 5 [Consultado 8 Noviembre 2013], pp. 121-129. Disponible en internet: [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2158873](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2158873) >. ISSN 1933-608X.

GONZALEZ, L., ENCINAS, E., BELTRÁN, J., MUÑUZURI, J. Soluciones para la mejora intralogística en almacenamiento en frío. DYNA [En línea], 2013. Vol. 88, no. 3 [Consultado 20 Febrero 2014], pp. 252-256. Disponible en internet: <http://www.revistadyna.com/Articulos/Ficha.aspx?IdMenu=26e5f45a-7fdd-456b-8088-fad6a8390778&Cod=5267> >.

GONZALEZ, M., VERGARA, R., GONZÁLEZ R., ACOSTA, L. Asignación de localizaciones de almacenamiento considerando distancias y tiempos de estadía entre pedidos. En: Simposio Brasileiro de Pesquisa Operacional (4: 16-19, Septiembre, 2013: Natal, Brasil). Natal, 2013. 9 p.

GU, J., GOETSCHALCKX, M., MCGINNIS, L. Research on warehouse design and performance evaluation: comprehensive review. European Journal of Operational Research [En línea], Junio 2010. Vol. 203 [Consultado 13 Noviembre 2013], pp. 539-549. Disponible en internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221709005219> >.

GUACHISACA, J., CAICHE, S. Diseño de un sistema de gestión basado en la metodología de las 5'S aplicado al proceso de almacenamiento y despacho de producto terminado en una empresa que se dedica a la fabricación y comercialización de pintura. Trabajo de grado Ingeniería en auditoría y contaduría pública. Guayaquil: Escuela superior politécnica del litoral, 2011. 122 p.



HERNÁNDEZ, C., TORO, L. Simulación de un proceso de despacho en una compañía de consumo masivo. Tesis de Maestría. Guayaquil: Escuela superior politécnica del litoral, 2011.

HERRERA, Haroldo. Metodología para evaluación, diagnóstico y diseño de procesos. [en línea]. Febrero de 2007. Disponible en:<  
<http://www.gestiopolis.com/canales8/ger/metodologia-para-evaluacion-diagnostico-y-diseno-de-procesos.htm>>

HOULIHAN, J.B. International supply chain management. International Journal of Physical Distribution and materials, 1985, vol 23, no. 12., pp. 22-38

HWANG, H., CHO, G. A performance model for order picking warehouse design.Computers and industrial engineering [en línea], 2006. Vol. 51 [Consultado 15 Noviembre 2013], pp 335 – 342. Disponible en internet: <  
<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1228354>>.

Integration Definition for Function Modeling (IDEF0).En: Draft Federal Information

KOFJAC, Davorin; KLJAJIC, Miroljub y REJEC, Valter.The anticipative concept in warehouse optimization using simulation in an uncertain environment.EuropeanJournal of operationalResearch [En línea], 2009. Vol. 193, no. 3 [Consultado 5 Marzo 2014], pp. 660-669. Disponible en internet: <  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221707010296> >. ISSN 0377-2217.

LAUDON K. y LAUDON J. Sistemas de Información Gerencial. Pearson Educación de México, ed. 12, 2012.

LEY 1341 2009 [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2009/ley\\_1341\\_2009.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2009/ley_1341_2009.html)

LINGFENG, D., QIANG, G., LIN, W. An IDEF0 design for PDM-based die integrated intelligent design system functional model.SystemsengineeringProcedia [En línea]. 2011. Vol. 1 [Consultado 15 de Noviembre de 2013], pp. 372–376. Disponible en internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211381911000579>

Logística farmacéutica: una industria con buena salud. [Consultado 11 de Julio de 2013]. Disponible en internet: <http://www.revistadelogistica.com/logistica-farmaceutica-una-industria-con-buena-salud.asp>

MOELLER, Klaus. Increasing warehouse order picking performance by sequence optimization. *Procedia social and behavioral sciences* [En línea], 2011. Vol. 20 [Consultado 13 Noviembre 2013], pp. 177 – 185. Disponible en internet: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042811014030>>.

MORALES, Isidro y POW CHON LONG, Darwin. Optimización del proceso de despacho en una empresa productora de químicos (sulfato de aluminio) mediante la simulación estocástica. Trabajo de grado Ingeniero en Estadística Informática. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del litoral, 2010. 107 p.

MOSQUERA, M., CERÓN, L. Propuesta de distribución del área operativa de la bodega y el manejo de materiales en una empresa dedicada a la logística integral. Trabajo de grado Ingeniero industrial. Santiago de Cali: Universidad Icesi. Departamento de Ingeniería Industrial, 2012. 68 p.

NARRO, Ana Elena. Un problema de distribución-inventario resuelto con simulación dinámica. Universidad autónoma metropolitana. Administración y Organizaciones [En línea], 2010. Vol. 13, no. 25 [Consultado 10 Febrero de 2014], pp. 133-148. Disponible en internet: <<http://ezproxy.uao.edu.co:2086/eds/detail?vid=3&sid=74d82c38-72db-4583-8f69-4e0c08e1489d%40sessionmgr4003&hid=4113&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#db=fua&AN=67096341>> ISSN 1665-014X.

NAVACTIVA-Portal para las empresas de Navarra. Gestión de cadena de suministro: hacia un nuevo modelo de relaciones con los proveedores. [en línea]. Abril, 2005. [consultado el 16 de abril de 2014]. Disponible en: [http://www.navactiva.com//es/documentacion/gestion-de-cadena-de-suministro-hacia-un-nuevo-modelo-de-relacio\\_19671](http://www.navactiva.com//es/documentacion/gestion-de-cadena-de-suministro-hacia-un-nuevo-modelo-de-relacio_19671).

NAVARRO, Eduardo. Problemas y soluciones para la adecuada gestión logística y de almacenes. [Consultado 11 de Julio de 2013]. Disponible en internet: <<http://www.gestiopolis.com/canales2/gerencia/1/geslog.htm>>.  
OFICINA COMERCIAL DE PROCHILE. Estudio de mercado insumos médicos: reactivos de diagnóstico en Colombia. Bogotá, Colombia. 2011

OFICINA COMERCIAL DE PROCHILE. Estudio de mercado insumos médicos: reactivos de diagnóstico en Colombia. Bogotá, Colombia. 2011

ProcessingStandards, 1993. Vol. 183, p. 121 – 133

RODRIGUEZ POVEDA, Paola y RUDAS VIVAS, Martín. Diseño de una guía en buenas prácticas de almacenamiento para la industria farmacéutica. Trabajo de grado Especialista en gerencia comercial con énfasis en mercadeo y ventas. Chía: Universidad de la sabana. Facultad de ciencias administrativas, 2005. 95 p.

ROMANO, Pietro. Co-ordination and integration mechanisms to manage logistics processes across supply networks. Journal of Purchasing and supply Management [en línea]. Mayo,2003. [consultado el 16 de abril de 2014]. Disponible en internet:<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1478409203000086>

ROMERO, Wilber y TROCHEZ, Jhon. Modelo de mejoramiento procesos recibo, bodegaje, alistamiento y despacho de mercancías almacenes SI y/o Daccach Hnos. Ltda. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ingeniería, 1997. 198 p.

ROUWENHORST, B., REUTER, B., STOCKRAHM, V., VAN HOUTUM, G.J., MANTEL, R.J., ZIJM, W.H.M. Warehouse design and control: Framework and literature review. EuropeanJournal of operationalresearch [en línea]. Mayo 2000, Vol. 122, no. 3[citado el 22 de febrero de 2014], pp 515 – 533.Disponible en internet:< <http://ezproxy.uao.edu.co:2074/science/article/pii/S037722179900020X>>

RUIZ BARRETO, Andrés Felipe. Una aproximación al mejoramiento de la cadena de abastecimiento, Centro de distribución de repuestos GM colmotores. Trabajo de grado. Bogotá: Universidad del Rosario. Facultad de Administración, 2014. 39 p.

SÁNCHEZ OLIVOS, Juan Pablo. et al. Análisis comparativo de modelos matemáticos para calcular los niveles de inventario y minimizar los costos del almacén de refacciones de una empresa vidriera. Revista de la ingeniería industrial [En línea], 2013. Vol. 7, no. 1 [Consultado 15 Febrero 2014], pp. 37-50. Disponible en internet: <<http://ezproxy.uao.edu.co:2106/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=a0260561-f45d-4938-8c99-181b4d35acfb%40sessionmgr112&vid=2&hid=109>>.

SOUNG-HIE, Kim, KIN-JIN, Jang. Designing performance analysis and IDEF0 for enterprise modelling in BPR. International Journal of Production Economics. Marzo, 2002. [Consultado el 14 de mayo de 2014]. Disponible en internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095527300001547>

VAN DEN BERG, J.P y ZIJM, W.H.M. Models for warehouse management: Classification and examples. International Journal of production Economics [En línea], 1999. Vol. 59, no. 1-3 [Consultado 25 Febrero 2014], pp. 519-528. Disponible en internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527398001145>.

VIDAL, C., LONDOÑO, J., CONTRERAS, F. Aplicación de modelos de inventarios en cadena de abastecimiento de productos de consumo masivo con una bodega y N puntos de venta. Ingeniería Y Competitividad [en línea], 2004. Vol. 6, no. 1 [Consultado 7 Noviembre 2013], pp. 35-52. Disponible en internet: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/1566/1/Rev.Ing.%20y%20Competitividad%20Vol%206%2c%20No%201%2c2004%2c%20p.35-52.pdf>.}

ZORILLA, Citado por GRAJALES, Tevni. Tipos de investigación: Básica, aplicada, documental, de campo o mixta. Documento [en línea] <http://tgrajales.net/investipos.pdf> [Consultado 25 de julio de 2013].

## ANEXOS

### Anexo1. COTIZACIÓN DE BODEGAS

#### SEVIPALMASECA LTDA.

Calle 16 # 31 A - 50 Acopi Yumbo tel:690 0163

Oficinas: carrera 35 # 3 A 49 tel: 381 5300

E-mail: palmasecacol@hotmail.com

#### Bodega 8

	M2
Área Bodega	338
Área Mezanine	133
Área total	471

Precio metro \$ 7.000,00

Valor arrendamiento \$ 3.297.000,00

Valor Administración \$ 846.000,00

YAMILETH PEREZ CEL: 321700 6369

#### SEVIPALMASECA LTDA.

Calle 16 # 31 A - 50 Acopi Yumbo tel:690 0163

Oficinas: carrera 35 # 3 A 49 tel: 381 5300

E-mail: palmasecacol@hotmail.com

#### Bodega 13

	M2
Área Bodega	455
Área Mezanine	133
Área total	588

Precio metro \$ 7.000,00

Valor arrendamiento \$ 4.116.000,00

Valor Administración \$ 846.000,00

YAMILETH PEREZ CEL: 321700 6369

## Anexo 2.DISEÑO DE PUESTO DE TRABAJO PARA EMPAQUE DE PRUEBAS RÁPIDAS.

En esta parte del proceso empresarial de la organización se realiza el empaque de los productos para su comercialización, en este caso las pruebas rápidas de embarazo y sangre oculta. Para diseñar el método de trabajo se identificaron los siguientes procesos a seguir por parte del operario empacador:

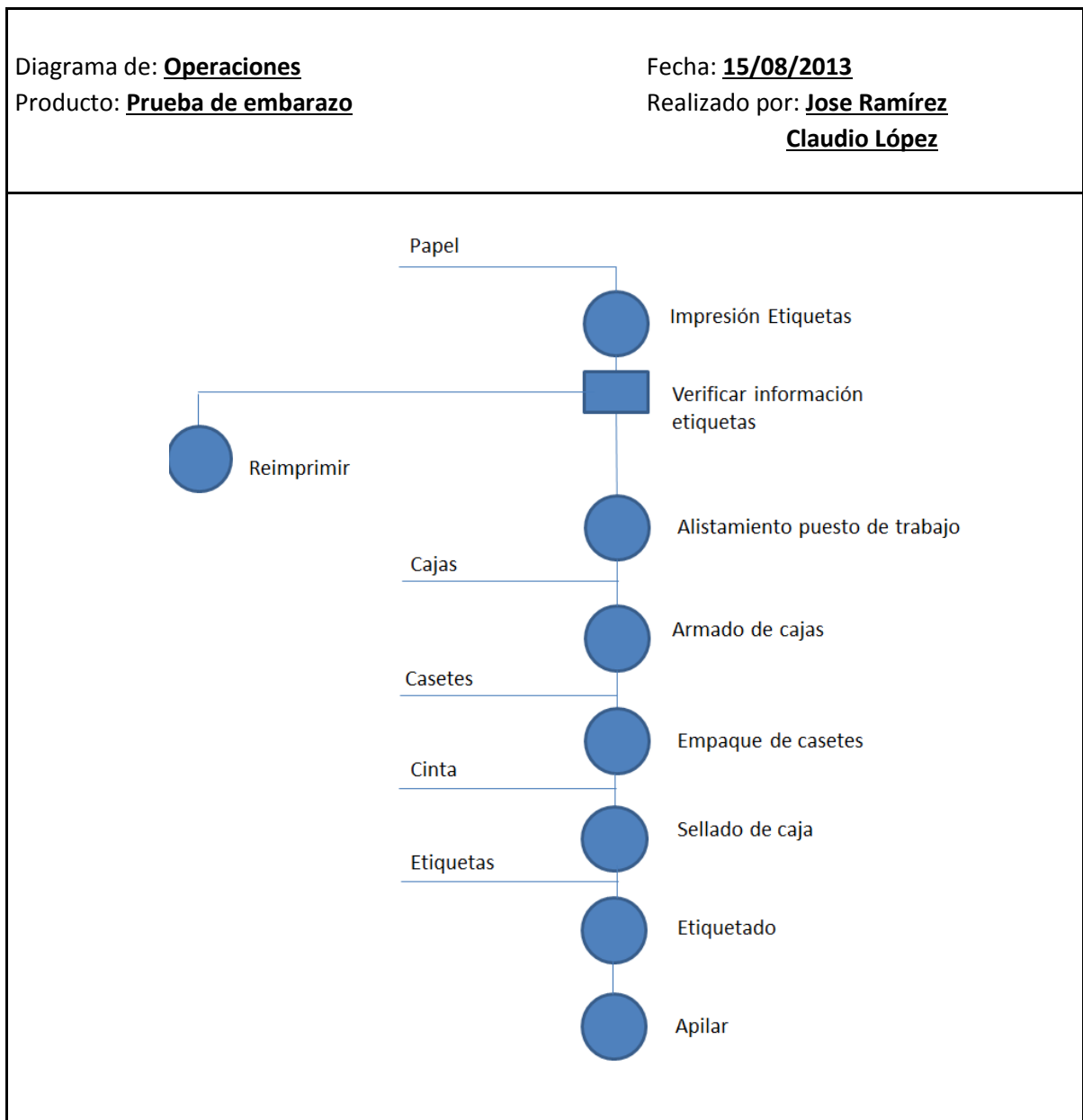
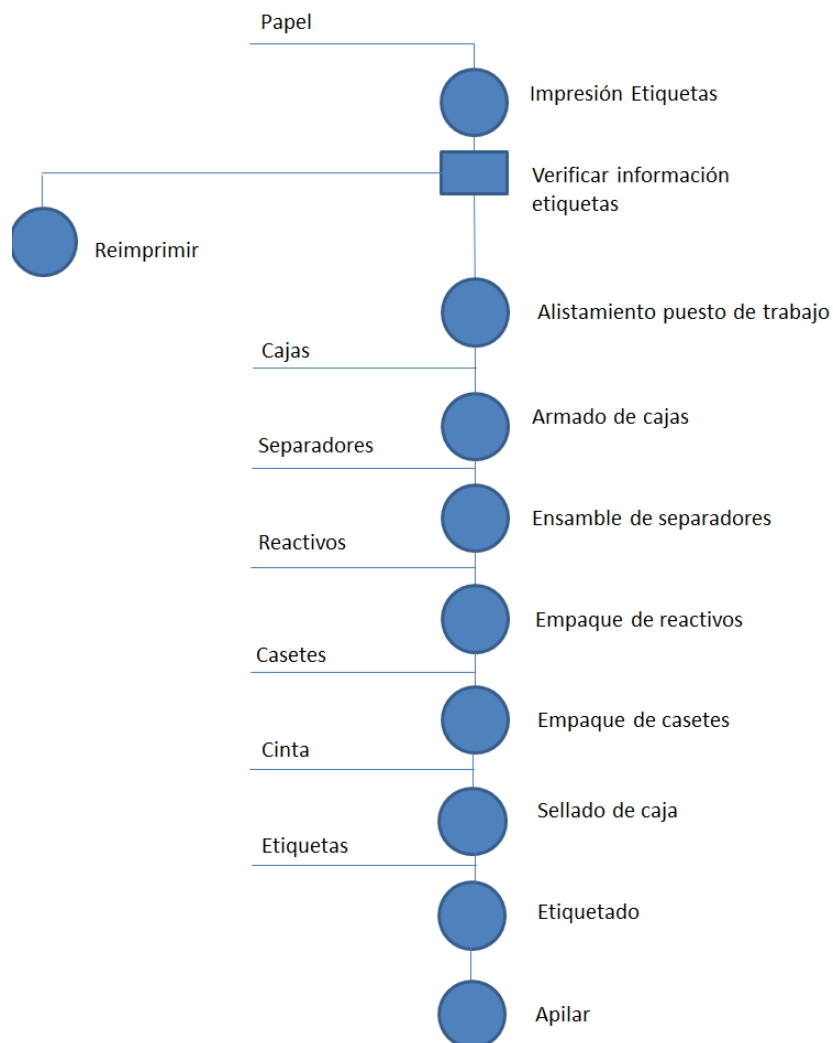


Diagrama de: **Operaciones**  
Producto: **Prueba de sangre oculta**

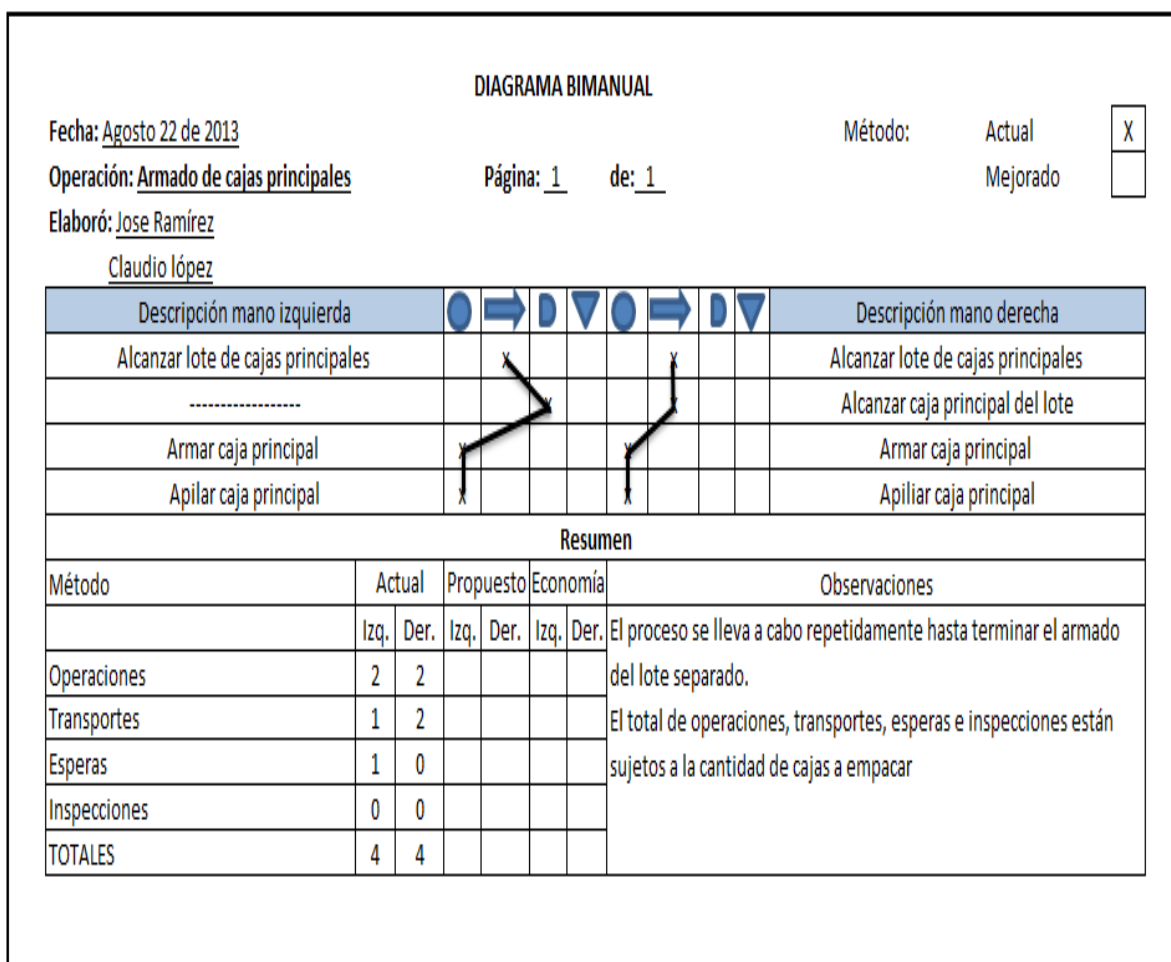
Fecha: **15/08/2013**  
Realizado por: **Jose Ramírez**  
**Claudio López**



Después de revisar los procesos inmersos en la actividad de empaque de pruebas, se procedió a revisar la forma actual en la que el auxiliar de bodega realiza la operación.

Se identificó que lo lleva a cabo en dos grandes pasos que son: el armado de las cajas de empaque individuales hasta completar el tamaño del lote del pedido, y el empaque del producto en ellas. Esto quiere decir que este proceso se realiza por lotes.

A continuación se muestra el diagrama bimanual de la operación de armado de las cajas. Como su nombre lo indica, con este tipo de diagramas se busca identificar las tareas puntuales que desarrolla cada mano durante el proceso, y así mismo eliminar las que no agreguen valor.



Luego de armar el lote completo de las cajas, este procede a empaquetar el producto en ellas, y disponerlo para su almacenamiento o despacho. A continuación se muestra este proceso.



# DIAGRAMA BIMANUAL

Fecha: Agosto 22 de 2013

Método: Actual

X

Operación: Empaque de prueba rápida de sangre oculta Página: 1 de: 1

Mejorado

Elaboró: Jose Ramirez

Claudio López

Descripción mano izquierda	●	→	D	▼	●	→	D	▼	Descripción mano derecha
Alcanzar Caja contenedora de reactivos		X						X	-----
Armar caja contenedora de reactivos	X				X				Armar caja contenedora de reactivos
-----									Alcanzar separadores
Sostener caja contenedora de reactivos	X				X				Ensamblar separadores
Sostener caja contenedora de reactivos	X				X				Alcanzar reactivos
sostener caja contenedora de reactivos	X				X				Empacar reactivos
Sostener caja contenedora de reactivos	X				X				Alcanzar caja principal
Introducir caja de reactivos en caja principal	X				X				Introducir caja de reactivos en caja principal
-----									Alcanzar casetes
Contar casetes	X				X				Contar casetes
Empacar casetes en caja principal	X				X				Empacar casetes en caja principal
Sellar caja principal	X				X				Sellar caja principal
Alcanzar rollo de etiquetas		X				X			-----
Sostener rollo de etiquetas	X				X				Sacar etiqueta
-----									Etiquetar
Apilar				X				X	Apilar
Resumen									
Método	Actual		Propuesto		Economía		Observaciones		
	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.			
Operaciones	10	9							
Transportes	2	4							
Esperas	3	2							
Inspecciones	0	0							
TOTALES	15	15							

Al observar al auxiliar mientras realizaba la operación, se pudo apreciar que hay actividades extras que se generan a partir del hecho de trabajar por lotes toda la operación. Entre estas están:

- Tener que apilar las cajas vacías que se ensamblan continuamente.

- Tener que desplazarse continuamente para alcanzar cajas armadas de la pila donde se encuentren para seguir con el proceso de empaque.

Esto lo sustenta el diagrama anterior, ya que cada vez que se inicie con el empackado, el auxiliar se desplazaba al lugar en el que se encontraban las cajas armadas.

### **Método mejorado**

Para la elección del método propuesto se evalúan los tiempos de ciclo de cada operación individual de empackado en diferentes formas y metodologías de empaque, con el fin de determinar la operación más eficiente en términos de precisión, calidad y tiempo.

Para el análisis se tomó como referencia el empaque de 5 cajas de pruebas rápidas de FOB con diferentes modelos de empaque, para determinar al final con cuál de las operaciones en conjunto se lograba el menor tiempo posible y mejor garantía de calidad.

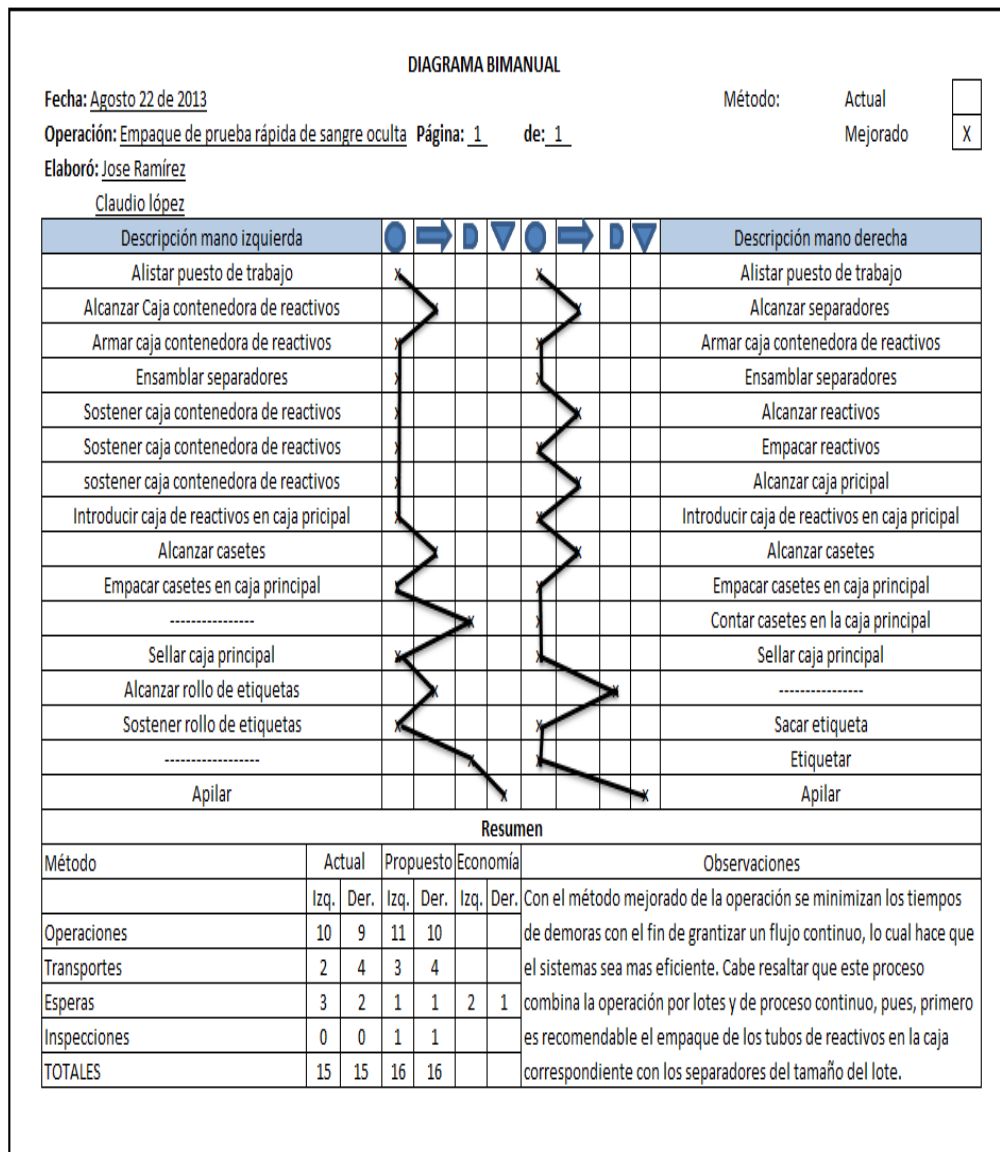
Se identificó que el proceso más adecuado de acuerdo con las condiciones buscadas, es el resultado de la combinación de la producción por lotes, y por proceso continuo de actividades del empaque por caja. La clave de esta combinación es la reducción de las demoras presentes en el método actual, ya que se demostró por medio de los tiempos de empaque la eficiencia de este modelo para mitigar las actividades no generadoras de valor.

Mediante este ejercicio de observación, se encontró que la actividad más crítica del proceso es el conteo de las muestras, puesto que ahí se garantiza el cumplimiento del requerimiento del cliente. El diseño del puesto de trabajo debe de reducir la probabilidad de error en la cantidad de muestras suministradas, y permitir un desarrollo eficiente de la operación.

Después de tener la cantidad de tubos de reactivos debidamente empackados en el número del lote solicitado por el cliente, se procede al empaque continuo de cada caja completa de FOB, actividades en las cuales se incluye el conteo y empackado

de los 25 casetes y hoja de instrucciones, sellado y etiquetado de caja y posteriormente el apilamiento.

### Diagrama Bimanual del proceso mejorado para el empaque de pruebas rápidas



la

Para

ejecución de este método se recomendó la adecuación de un puesto de trabajo con las condiciones adecuadas para permitir el movimiento de las operaciones por parte del operario. Igualmente, se tomaron en cuenta las condiciones ergonómicas y de economía de movimientos para el diseño.

La mesa de trabajo tiene las siguientes medidas:

<b>MESA DE TRABAJO</b>	
<b>PROPIEDADES</b>	<b>UNIDADES</b>
ALTURA	1 metro
ANCHO	70 cm
LARGO	1,60 metros

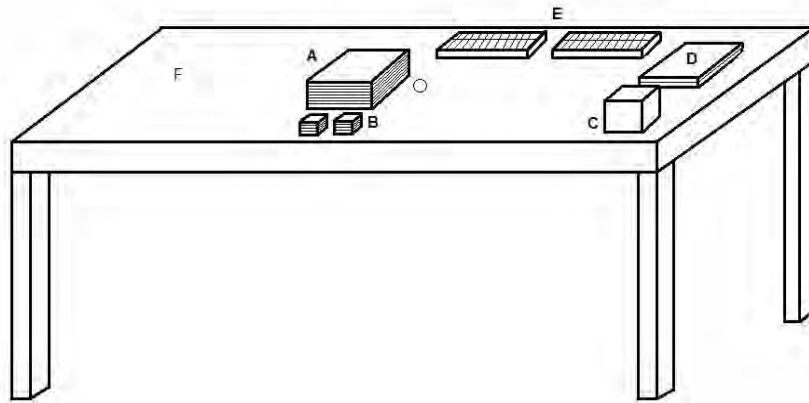
### **Diseño del lugar de trabajo.**

Dadas las cantidades que la empresa maneja de estas pruebas, se recomienda que el puesto de trabajo asociado a la operación de empaque, se lleve a cabo en el salón contiguo a la cafetería ubicado en el segundo piso. El cual debe adecuarse con las siguientes especificaciones.

- Se debe instalar un aire acondicionado para mantener la temperatura en el rango de 5°C a 25°C que permita conservar las propiedades de los dispositivos a almacenar.
- Se debe equipar el salón de trabajo con un termo hidrómetro que permita tener un control de la temperatura y humedad.
- El salón debe contar con una mesa que permita en proceso manual de empaque de pruebas rápidas (embarazo y sangre oculta).
- El salón debe tener áreas definidas para las operaciones de revisión, inspección, acondicionamiento, almacenamiento y despacho.
- Se debe acondicionar el salón de acuerdo a la resolución 4002 de noviembre de 2007 del ministerio de protección social para el manejo de dispositivos médicos, donde las paredes deben estar cubiertas por material epóxico y sin esquinas entre paredes y suelo.
- El salón debe de contar con estibas y estanterías que permitan el almacenamiento de las pruebas empacadas y no empacadas.

- La puerta debe ser modificada para que permita el correcto funcionamiento del aire acondicionado para mantener el control de la temperatura, de igual manera, para que no permita el ingreso de insectos o demás elementos que perjudiquen las propiedades de los dispositivos médicos.

### **Representación de mesa de trabajo**



### **Distribución del puesto de trabajo**

Zonas:

A: Cajas contenedoras de reactivos

B: Separadores de los reactivos

C: Reactivos

D: Cajas principales

E: Casetes

F: Zona temporal de apilamiento

### **COMENTARIOS**

Con el método actual en promedio la demora para armar una caja completa de pruebas rápidas de sangre oculta es 1,6 minutos.

### **Tiempos de empaque para cada una de los métodos evaluados**

<b>Método 1 (caja) / unidad completa</b>						
	<b>Tiempos en minutos</b>					<b>Promedio</b>
1. Empacar reactivo	0,704	0,727	0,660	0,645	0,640	0,675
2. Empacar 5 paquetes de reactivo	0,152	0,155	0,137	0,185	0,137	0,153
3. meter 2 en caja	0,152	0,169	0,099	0,141	0,115	0,135
4. Contar 25 casetes y empacar	0,497	0,454	0,280	0,365	0,364	0,392
5. Empacar manual de instrucciones	0,190	0,097	0,102	0,081	0,131	0,120
6. Pegar stiker	0,074	0,082	0,045	0,117	0,090	0,082
7. Apilar Caja	0,040	0,021	0,037	0,021	0,018	0,027
<b>Tiempo total para 5 cajas</b>	7,922					
<b>Tiempo estándar / unidad</b>	1,584					
<b>Holgura</b>	20,000					
<b>Tiempo promedio armado de 150</b>	257,655					

En este primer método evaluado se observa que el tiempo de empaque promedio para una unidad completa de FOB es de 1,58 minutos lo que refleja un cambio muy pequeño respecto al observado con el modelo actual de empaque del operario

Método 2 Empacando bolsas de a 25 unidades de casetes						
	Tiempos en minutos					Promedio
1. Empacar bolsas de 25 casetes	3,02					3,02
2. Empacar 5 paquetes de reactivo	3,31					3,31
3. meter (2) en caja	0,90					0,90
4. Contar 25 casetes y empacar	0,326	0,278	0,360	0,338	0,322	0,33
5. Empacar manual de instrucciones						
6. Pegar stiker						
7. Apilar Caja						
Tiempo total para 5 cajas	8,852					
Tiempo estándar / unidad	1,771					
Holgura	20,000					
Tiempo promedio armado de 150	285,65625					

Este método resulto el menos eficiente, a pesar de que se ganaba tiempo en el empaque de los 25 casetes en la caja final, este se perdía en el principio de la operación en el armado de estos paquetes de 25, dando como resultado el mayor tiempo de empaque en los 3 modelos estudiados

<b>Método 3 Mixto</b>						
	<b>Tiempos en minutos</b>					<b>Promedio</b>
1. Empacar reactivo en lote	3,33					3,33
2. Empacar 5 paquetes de reactivos	0,798					0,797833
3. Contar 25 casetes y empackar. 4. Meter manual de instrucciones. 5. Pegar stiker 6. Apilar	0,695	0,753	0,661	0,729	0,585	0,709
<b>Tiempo total 5 cajas</b>	7,550					
<b>Tiempo estándar / unidad</b>	1,535					
<b>Holgura</b>	20,000					
<b>Tiempo Promedio 150 cajas</b>	250,2475					

Este último modelo como lo muestra la tabla, representa el menor tiempo de empaque para las pruebas FOB. Demostrando de acuerdo a la economía de movimientos y eficiencia de operación que es el más adecuado para esta actividad.

El tiempo estándar que se maneja en este modelo es de 1,53 minutos para cada unidad lo que equivale a 1 minuto con 32 segundos (1':32"). Se concede una holgura de 20 minutos debido al tiempo de alistamiento de puesto de trabajo en las veces que es necesario para cumplir con la cantidad solicitada.